

スマート農業のための 無線システム活用ハンドブック

第五版 令和6年3月
(初版 令和4年3月)

北海道農業ICT/IoT懇談会

はじめに

Society5.0時代を迎え、総務省では令和5年度末を視野に入れた「ICTインフラ地域展開マスタープラン」を策定し、5Gを始めとするICTインフラをできる限り早期に日本全国へ展開し、特に地方のICTインフラの整備を加速することで、都市と地方の情報格差のない「Society5.0時代の地方」の実現に向け取り組むこととしています。

このSociety5.0では、価値の源泉が「ヒト（人材）」・「モノ」に移る経済システムとなり、自律分散する様々なモノ同士をつなげ「統合」することで大きな付加価値が創造される社会となりますが、そのためには、AI・IoT・ロボティクスに象徴される革新的な技術を活用するとともに、その目的・アウトカムに相応しい、地域の実情に応じたブロードバンドに対応するICTインフラを用意していくことが肝要であります。

さて、北海道管内では、総務省の高度無線環境整備支援事業（令和2年度補正予算）の活用により自治体での光ファイバ整備が進展し、4G/LTE、さらには5Gの基地局を支える情報通信インフラとして期待されています。この光ファイバを活用し、ブロードバンドの需要へ応えるためのツールとして「無線による高速・大容量のデータ通信（ワイヤレス・ブロードバンド（WBB）」があり、このWBBは、ロボットトラクタやドローン等を使用するスマート農業の円滑な導入のためには必要不可欠なものです。

これを踏まえ、令和4年3月に北海道総合通信局において、スマート農業の円滑な社会実装を推進するという視点から、このWBBを活用する際の利点や留意すべき事項について、これまで実施された国等の実証試験や実際の導入事例を参照しながら分析・整理し「スマート農業のための無線システム活用ハンドブック」として取りまとめました。

また今般、WBBの導入を検討する際に活用可能な情報として参照いただけるよう、北海道農業ICT/IoT懇談会において、営農者の諸課題の解決策としてのスマート農業と情報通信基盤の関わりを中心として、内容を改訂いたしました。

本書がスマート農業の実施にあたりWBBの活用をご検討いただく際の一助となれば幸いです。まだまだ内容に不十分な点もあろうかと存じますが、今後の関連技術の進展等も踏まえながら、常にアップデート・改善に配意してまいりたいと考えております。

最後になりますが、今般の取りまとめにあたり多大なるご理解とご協力を賜りました以下の関係機関各位に対し、この場を借りて厚く御礼を申し上げます。

農林水産省 北海道農政事務所

国土交通省 北海道開発局

北海道 農政部

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構） 北海道農業研究センター

北海道農業ICT/IoT懇談会

令和4年3月（初版）

WBBプロジェクト事務局（北海道総合通信局 無線通信部電波利用企画課内）

令和6年3月（第五版）

北海道農業ICT/IoT懇談会事務局（北海道総合通信局 地域DX推進グループ内）改訂

本書の概要

本書は、無線を利用したスマート農業（ロボット技術や情報通信技術を活用して省力化、高品質化を図る農業）の導入を検討している方々の参考となるよう作成しております。

第1章 農業分野のスマート農業における情報通信基盤の必要性

第1章では、地域のデジタル活用における情報通信基盤の必要性、北海道の農業におけるスマート農業の導入にあたっての課題と解決のために用いられる代表的な情報通信基盤を農機分類（ロボットトラクタ、ドローン、センサー）から紹介しています。

第2章 スマート農業に利用される無線システムの特徴と動向

第2章では、無線システムごとの特徴と利用シーン及び動向を紹介しています。

第3章 スマート農機等と無線システムの活用事例

第3章では、代表的な農機等での無線システムの導入事例研究を行っています。

第4章 地域における情報通信基盤の環境整備

第4章では、地域のデジタル技術を活用して課題解決を求められている分野と環境整備に向けて説明しています。

第5章 無線システム導入のための手続等

第5章では、無線システムを運用するにあたっての無線局免許の要否、無線従事者の配置の要否等を説明しています。

第6章 用語集

その他 参考情報

スマート農業関連の情報や相談先が掲載されているURLを紹介しています。

目次

はじめに

本書の概要

第1章 農業分野のスマート農業における情報通信基盤の必要性

- 1-1 地域における情報通信基盤の必要性 … 5
- 1-2 北海道農業の特徴とその課題からのスマート農業 … 7
- 1-3 活用が期待されるスマート農業機器 … 8
- 1-4 スマート農業で利用される無線ネットワーク … 9

第2章 スマート農業に利用される無線システムの特徴と動向

- 2-1 スマート農業に利用される無線システム … 12
 - (1)～(3) 各無線システムの特徴と通信規格の比較
- 2-2 ロボットトラクタに利用されるRTK-GNSS … 15
 - (1) RTK-GNSS無線システム … 15
 - (2) 無線システムに使用する周波数等 … 16
- 2-3 ドローンに利用される無線システム … 17
 - (1) 使用が認められている無線システム … 17
 - (2) 無人移動体画像伝送システム、免許及び登録を要しない無線局 … 18
 - (3) アマチュア無線局、携帯電話を上空で使用する場合 … 19
- 2-4 スマート農業通信技術動向 … 20
 - (1) 携帯電話（スマホ）4G（LTE） … 20
 - (2) プライベートLTE（地域/自営等BWA・sXGP）（①～③） … 21
 - (3) 4GとプライベートLTEの比較 … 24
 - (4) LPWA … 25
 - (5) LPWAと他の通信システムとの比較 … 26
 - (6) Wi-Fi（①～②） … 27

参 考 電波の特性と利用形態 … 29

第3章 スマート農機等と無線システムの活用事例

- 3-1 ロボットトラクタの活用事例（①～④） … 31
- 3-2 ドローンの活用事例（①～③） … 39
- 3-3 センサーによる情報計測の活用事例（①～③） … 45

第4章 地域における情報通信基盤の環境整備

- 4-1 地域ニーズの現状 … 52
- 4-2 農業分野以外での利活用の可能性 … 54
- 4-3 情報通信基盤整備の具体化 … 58

第5章 無線システム導入のための手続等

- 5-1 ロボットトラクタを使用する場合における無線局等の手続きの概略 … 66
- 5-2 ドローンを使用する場合における無線局等の手続きの概略 … 67
- 5-3 センサーを使用する場合における無線局等の手続きの概略 … 68
- 代表的な分類における各種手続き等（5-4～5-12） … 70

第6章 用語集 … 83

その他 参考情報 … 94

スマート農業関連の情報や相談先が掲載されているURLを紹介しています。

第1章

農業分野のスマート農業における 情報通信基盤の必要性

- | | | | |
|-------|------------------------|-----|---|
| 1 - 1 | 地域における情報通信基盤の必要性 | ... | 5 |
| 1 - 2 | 北海道農業の特徴とその課題からのスマート農業 | ... | 7 |
| 1 - 3 | 活用が期待されるスマート農業機器 | ... | 8 |
| 1 - 4 | スマート農業で利用される無線ネットワーク | ... | 9 |

スマート農業における情報通信基盤への期待

～ スマート農業における自動運転、センシング、各種環境管理の導入と移住・定住の促進に向けて ～

スマート農業においては、国内に限らず世界的に農業分野におけるデジタル活用への期待が急速に高まってきている。

単なる「作業の省力化」に寄与するだけでなく、世界規模で進む食糧課題への対応や環境対策への先駆的な取組としての可能性が見えてきているものと考えられる。

また、Society5.0を迎えるにあたり、農業をはじめとする地域産業の持続性確保（Sustainability）はもちろんのこと、地域に居住する住民の幸せな生活（Well-being）にも情報通信・デジタル技術活用の果たす役割は大きなものとなっている。

しかしながら、具体化・社会実装に不可欠である情報通信基盤は、都市部と農村部において格差があるのが実情である。例えば、国（総務省）の支援事業等により家庭までの光ファイバ網の整備は加速されたものの、農作業の実際の現場である農地（圃場）には、電気通信事業者の携帯電話（LTE）のエリアカバーができていない状況にあり、電気通信事業者単独による整備運用が困難な地域が多く存在している。

農業農村地域において、電気通信事業者によるサービス提供ができないエリア（いわゆる「条件不利地域」）が存在するのは、ユーザー不在によるビジネス展開の困難性によるものであり、結果としてディバイド地域が生じているのが現状である。

逆に、地域（行政）や住民によるユースケースを見出すことができれば、情報通信基盤の必要性が発現し、地域が「自分ごと」として捉え考えることが可能になると言える。

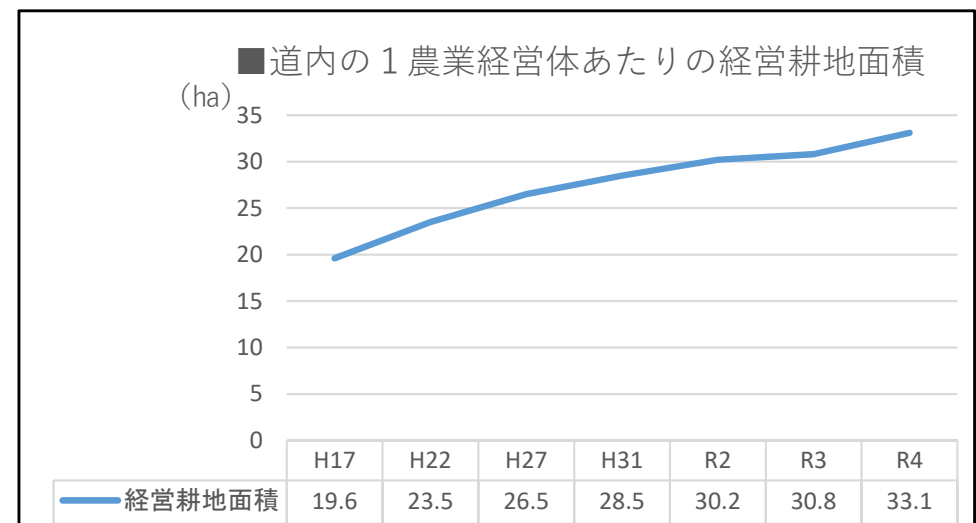
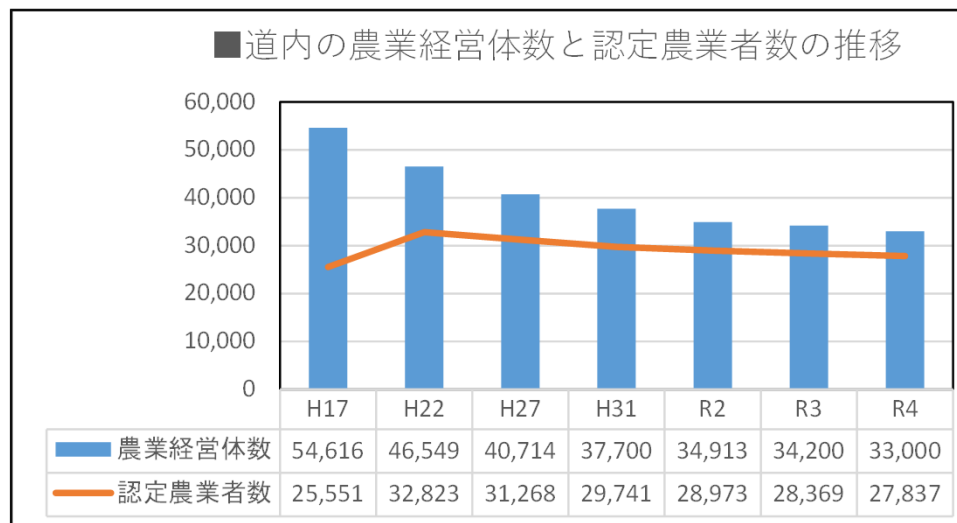
北海道農業が抱える課題

～ 高齢化による人手不足、経営面積の拡大・荒廃農地の増加、農作業の効率化・負担軽減 ～

北海道農業が抱える課題としては、農業経営体は年々減少を続け、令和4年(2022年)3月現在では3万3,000経営体となっており、高齢化や後継者不在、経営不振などを要因に、営農を中止した農家の農地を地域の担い手が引き受けていくため、**経営面積の拡大**が進んでいくものと考えられる。

また、農作物の生産現場では依然として人手に頼る作業や経験豊富な熟練者でなければ容易に進まない作業も多く、**省力化や労働力の確保、危険で過重な労働の軽減**が重要な課題となっている。

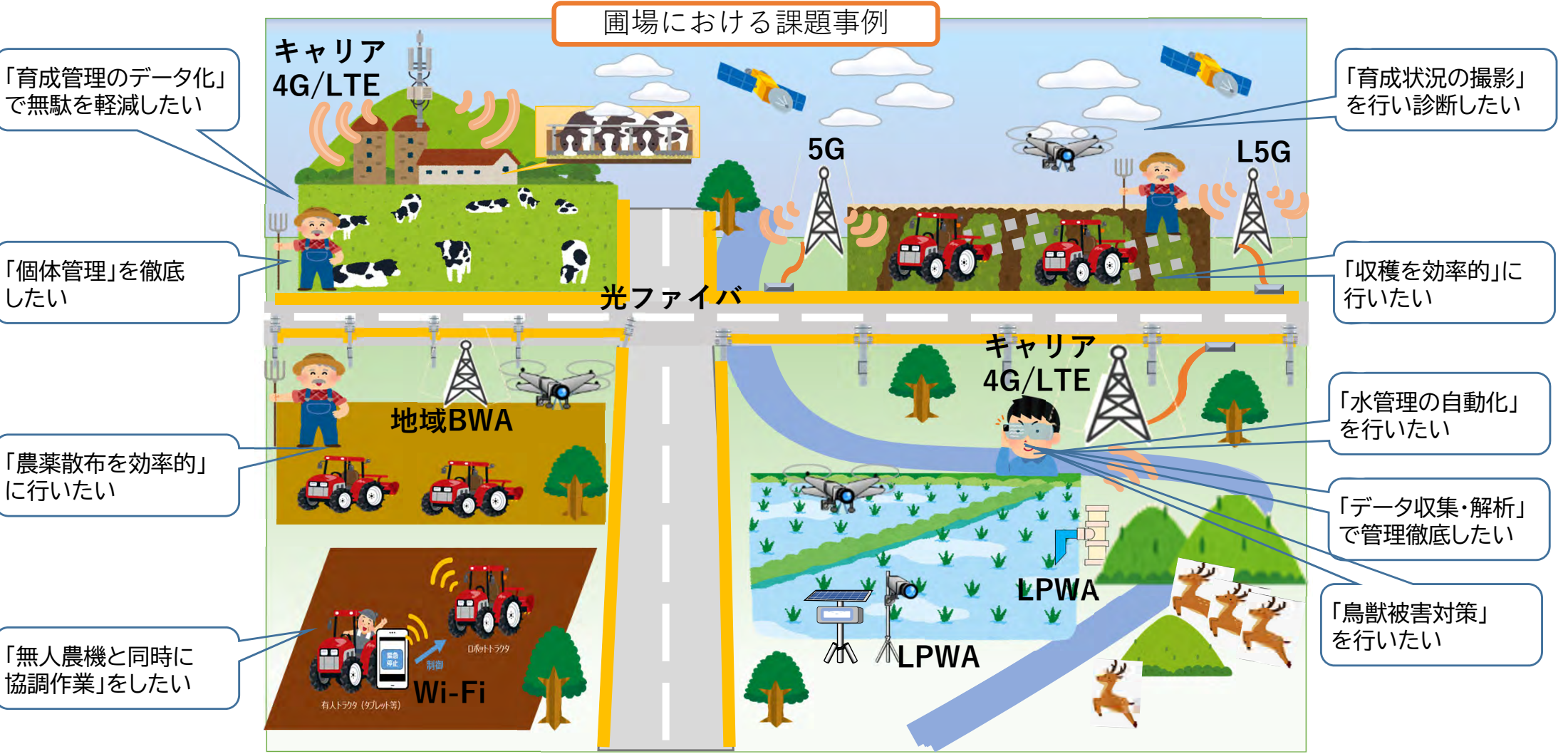
今後、北海道の農業農村地域が持続的に発展するには、ロボット技術や情報通信技術などの先端技術を活用し、省力化・精密化や安定した高品質生産を維持する「**スマート農業技術**」の**導入が重要**となる。



※ 出典：農林業センサス

北海道は、全国の4分の1の耕地面積を有し、全国と比較した一戸あたりの耕地面積も広いという特徴がある。
 また、基幹的農業従事者数は減少しており、担い手の減少・高齢化により労働力不足となっている課題がある。

スマート農業で「労働力不足」「作業負担の軽減」「収穫率・品質向上」等の課題解決が可能？



課題例の解決策として活用されるスマート農業機器

「農作業の負担を軽減」
をしたい

「収穫を効率的」
に行いたい

「農薬散布を効率的」
に行いたい

「育成管理のデータ化」
で無駄を軽減したい

ロボットトラクタの活用



ドローンの活用



「データ収集・解析」
で管理を徹底したい

「水管理の自動化」
を行いたい

「育成管理」
で無駄を軽減したい

センサーの活用



給水を自動化



水位水温計測の自動化



気象データの自動収集



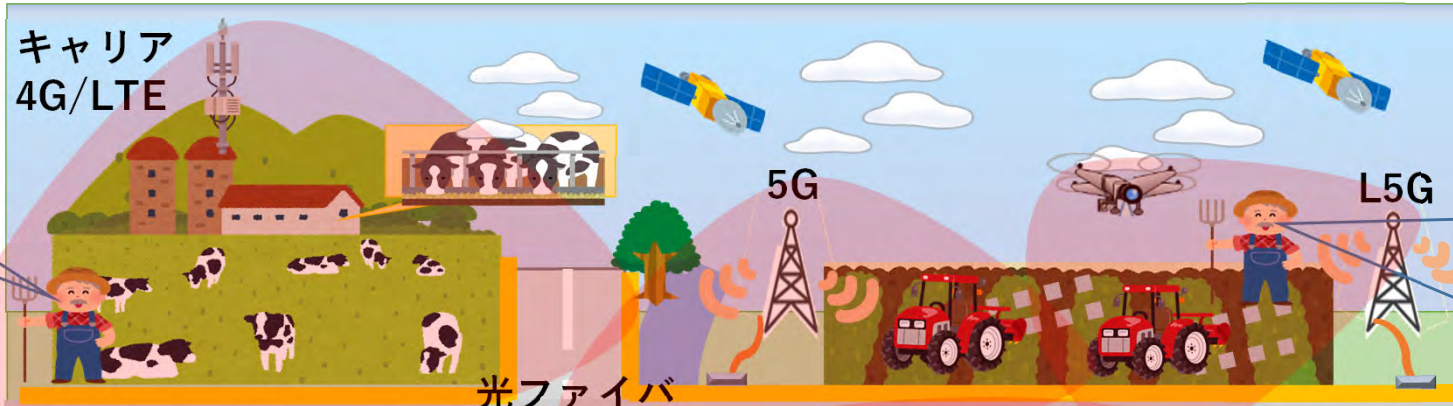
生体管理

スマート農機を動かすための無線ネットワークの利用

スマート農機の運用では、農機等の制御・データ収集のため、**無線ネットワークの利用が不可欠**。
 多くの方は、携帯電話ネットワーク（4GLTE）を利用。
 携帯電話サービスエリア外の圃場でのスマート農業は、4GLTE以外での無線ネットワーク構築が必要。

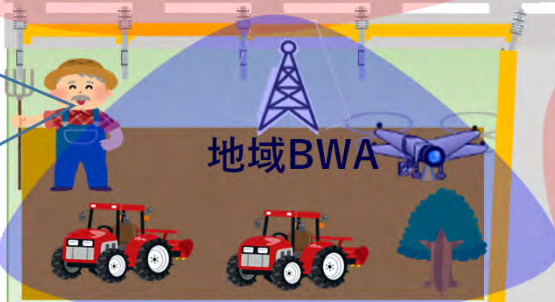
携帯電話の無線ネットワーク（4GLTE、5G・L5G）及び独自のネットワーク（BWA、LPWA、Wi-Fi）を利用した課題解決

携帯電話ネットワークを活用して
 ・「牛舎内の育成管理」
 ・「個体管理」
 が可能となったよ



5G・ローカル5Gを活用して
 ■ロボットトラクタ
 「無人での自動走行」
 「効率的な収穫」
 ■ドローン
 「育成状況の撮影」
 「効率的な農薬散布」
 が可能となったよ

地元自治体と協力し
 地域BWAを活用して
 ■ロボットトラクタ
 「自動走行」
 「効率的な収穫」
 ■ドローン
 「育成状況の撮影」
 「効率的な農薬散布」
 が可能となったよ



携帯電話ネットワークのLPWAを活用して
 ・「水管理の自動化」
 ・「画像・気象データの収集・解析」
 が可能となったよ

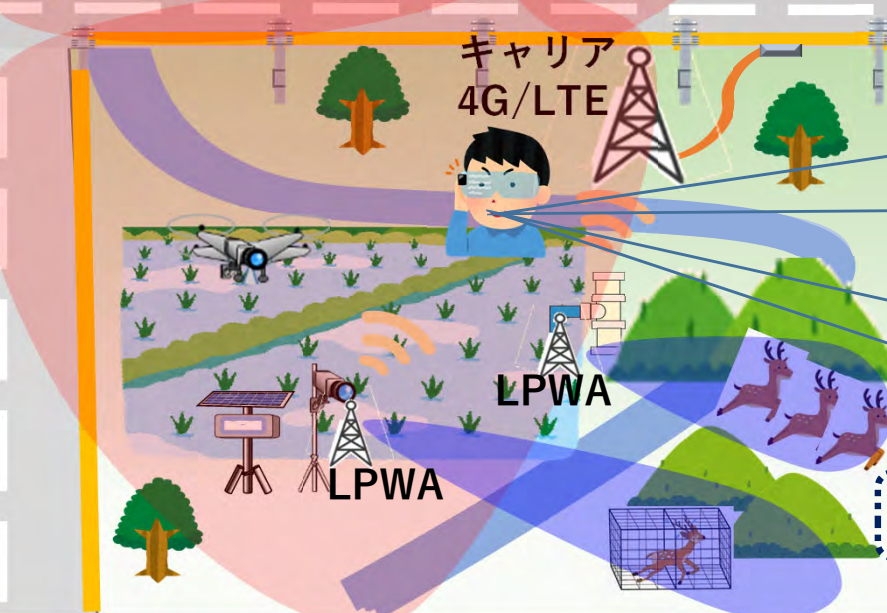
独自のネットワーク構築例

Wi-Fiを活用して
 「無人農機と同時に協調作業」
 が可能になったよ



携帯電話ネットワークのLPWAを活用して
 ・「鳥獣被害対策」
 が可能となったよ

一部のエリアをカバーするため、独自のネットワーク構築例



スマート農業で利用される無線システム

無線システムは、目的に沿ったシステムの選定が必要

どの程度の範囲で使用するか どのような情報を受け渡しするか 携帯電話エリア内であるか

◆携帯電話エリア内（スマホが利用可能となる範囲）の場合

- ・携帯電話で運用 携帯電話事業者の無線システムを利用、多くの方に利用されているシステム
- ・LPWA・Wi-Fi・
特定小電力で運用 エリア内であっても運用費用を抑えたい場合に利用されているシステム

◆携帯電話エリア外（スマホが利用出来ない場所）の場合

- ・地域/自営等BWA・
業務用無線で運用 新たに独自の無線ネットワーク構築して携帯電話端末を利用して運用するシステム
初期投資と運用費用、無線局・無線従事者の免許が必要
- ・LPWA・Wi-Fi・
特定小電力で運用 エリア外で運用費用を抑えたい場合に利用されているシステム

スマート農業を導入するにあたっての課題

「初期投資・維持費用を押さえて導入」
しないと費用対効果に見合わない

「スマート農機を扱えない」
のでサポートがないと導入できない

課題対応として期待できるもの

- ・補助金、助成金制度の活用による負担軽減
- ・スマホ教室の活用、導入メーカーのサポート、スマート農業機器の代行運用
- ・共同利用での経費軽減、設備のリース、季節単位でのリース利用 等

第2章 スマート農業に利用される無線システムの特徴と動向

- 2 – 1 スマート農業に利用される無線システム …… 1 2
 - (1) ～ (3) 各無線システムの特徴と通信規格の比較
- 2 – 2 ロボットトラクタに利用されるRTK-GNSS
 - (1) RTK-GNSS無線システム …… 1 5
 - (2) 無線システムに使用する周波数等 …… 1 6
- 2 – 3 ドローンに利用される無線システム
 - (1) 使用が認められている無線システム …… 1 7
 - (2) 無人移動体画像伝送システム、免許及び登録を要しない無線局 …… 1 8
 - (3) アマチュア無線局、携帯電話を上空で使用する場合 …… 1 9
- 2 – 4 スマート農業通信技術動向
 - (1) 携帯電話 (スマホ) 4 G (LTE) …… 2 0
 - (2) プライベートLTE (地域/自営等BWA・sXGP) …… 2 1
 - (3) 4 GLTEとプライベートLTEの比較 …… 2 4
 - (4) L P W A …… 2 5
 - (5) L P W Aと他の通信システムとの比較 …… 2 6
 - (6) W i – F i …… 2 7
- 参 考 電波の特性と利用形態 …… 2 9

	Wi-Fi (免許不要)	LPWA (免許要/不要)	sXGP (免許不要)	地域・自営 BWA (免許要)	携帯電話 4G (LTE)	5G	
						携帯電話5G	ローカル5G (免許要)
キャリアサービス	—	—	—	—	○	○	—
自営無線 (免許要)	×	○/×	×	○	—	—	○
自営無線 (免許不要)	○	○/×	○	×	—	—	×
コスト	低～中	低	低	中	中	高	高
遅延	規格により異なる	大	中	中	中	小	小
主な用途	屋内、屋外（近距離） 規格により幅広い用途	センサーデータや小容量・低頻度な画像 伝送	センサーデータや小容量・中頻度な画像 伝送（近距離）	4K画像、ロボットトラクタ（制御信号）、ドローン（制御信号：4G）	8K画像、ロボットアーム・ロボットトラクタ（停止信号）等、ミッションクリティカルなモノの通信		

<免許要否によるメリット・デメリット>

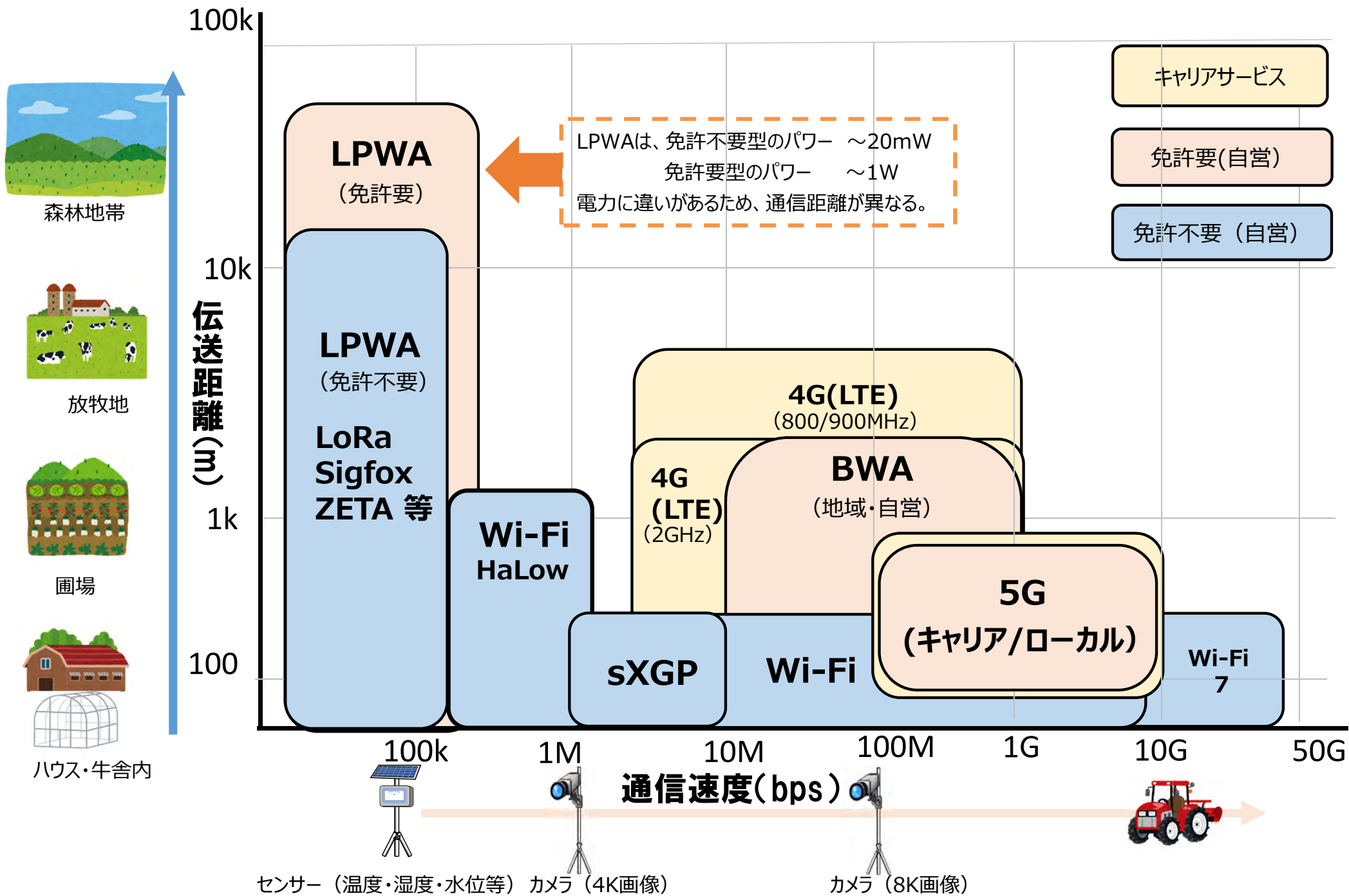
免許要	デメリット：免許申請等事務処理が必要。 メリット：ライセンスにより電波干渉が発生した際保護の対象となる。大パワー。
免許不要	デメリット：チャンネル共用であるため、干渉を容認することが前提。小パワー。 メリット：機器を設置後すぐに運用可能。

<キャリアサービス、自営無線のメリット・デメリット>

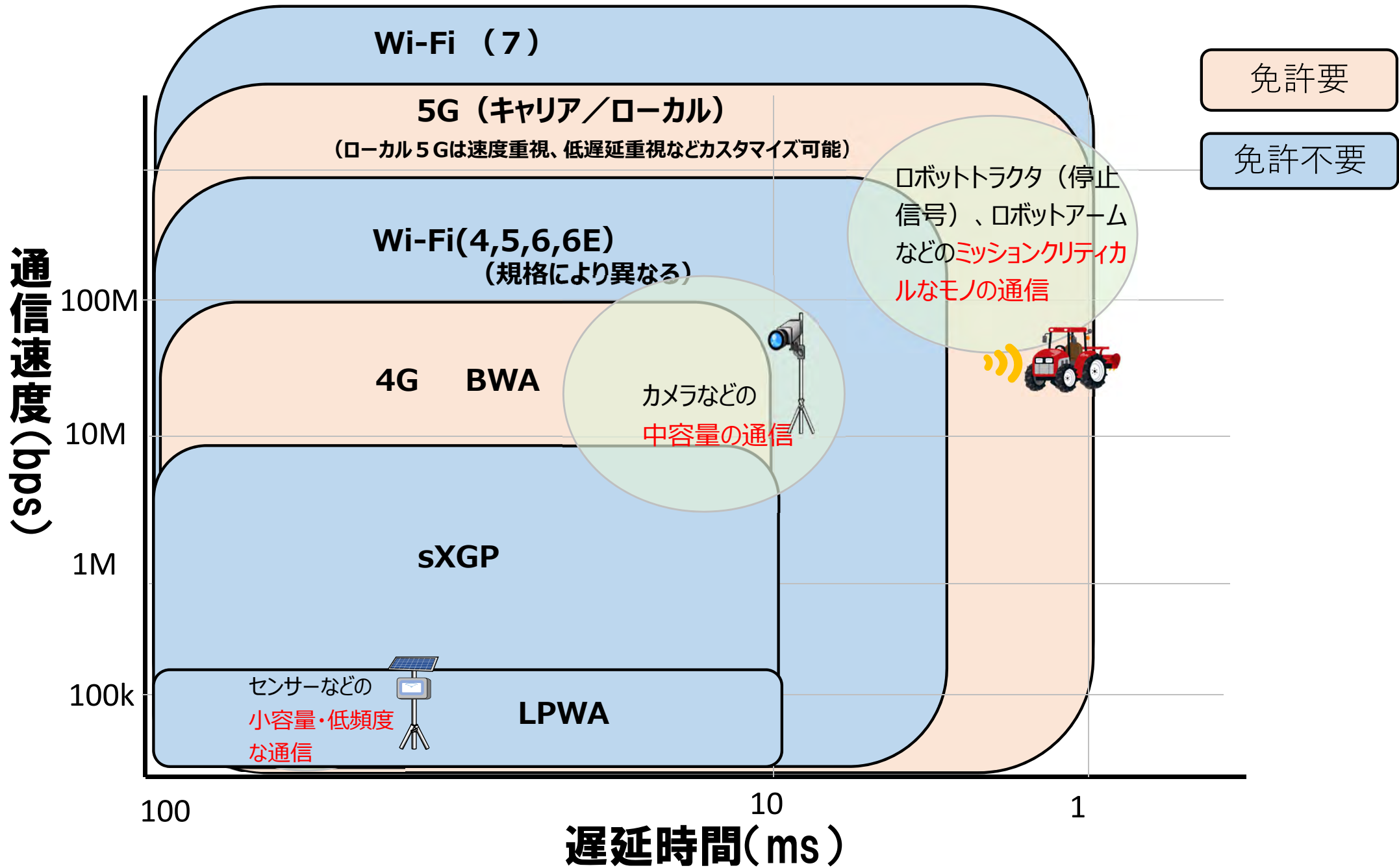
キャリア	デメリット：キャリアが提供するサービスエリアでのみ利用可能。カスタマイズ小。 メリット：基地局設置やメンテナンス等をキャリアが一括して行う。
自営	デメリット：基地局整備等を自身で行うため、コスト等負担大。 メリット：エリア設計や電波特性等を自由にアレンジ可能。カスタマイズ大。

ローカル5G等の自営無線については、基地局設置やエリア設計、免許取得等について事業者・ベンダー等が一括してマネージメントを行うサービスを提供。

各無線システムの通信速度と通信距離パターン



各無線システムの通信速度と遅延時間パターン



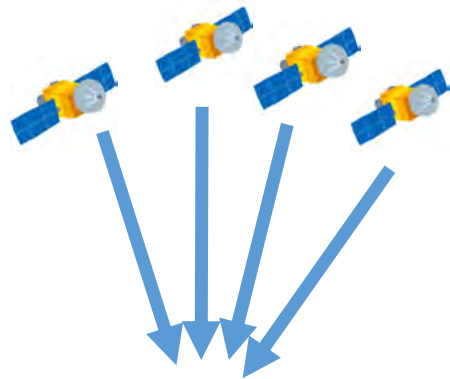
RTK-GNSS無線システム

農業機械の自動運転にはGNSS（GPSを含む各国の衛星測位システムの総称）が必要不可欠ですが、単独測位方式では受信側に数十メートルの誤差が生じます。RTK-GNSSは、GNSSの補正信号を基準局から送信することにより、受信側での誤差を数センチメートル程度とする測位方式です。

※RTK-GNSSのRTKとは、「リアルタイム動的」を意味する“Real Time Kinematic”の略です。GNSSとは「汎地球測位航法衛星システム」のことで、GPSなどの衛星を用いた測位システムの総称です。

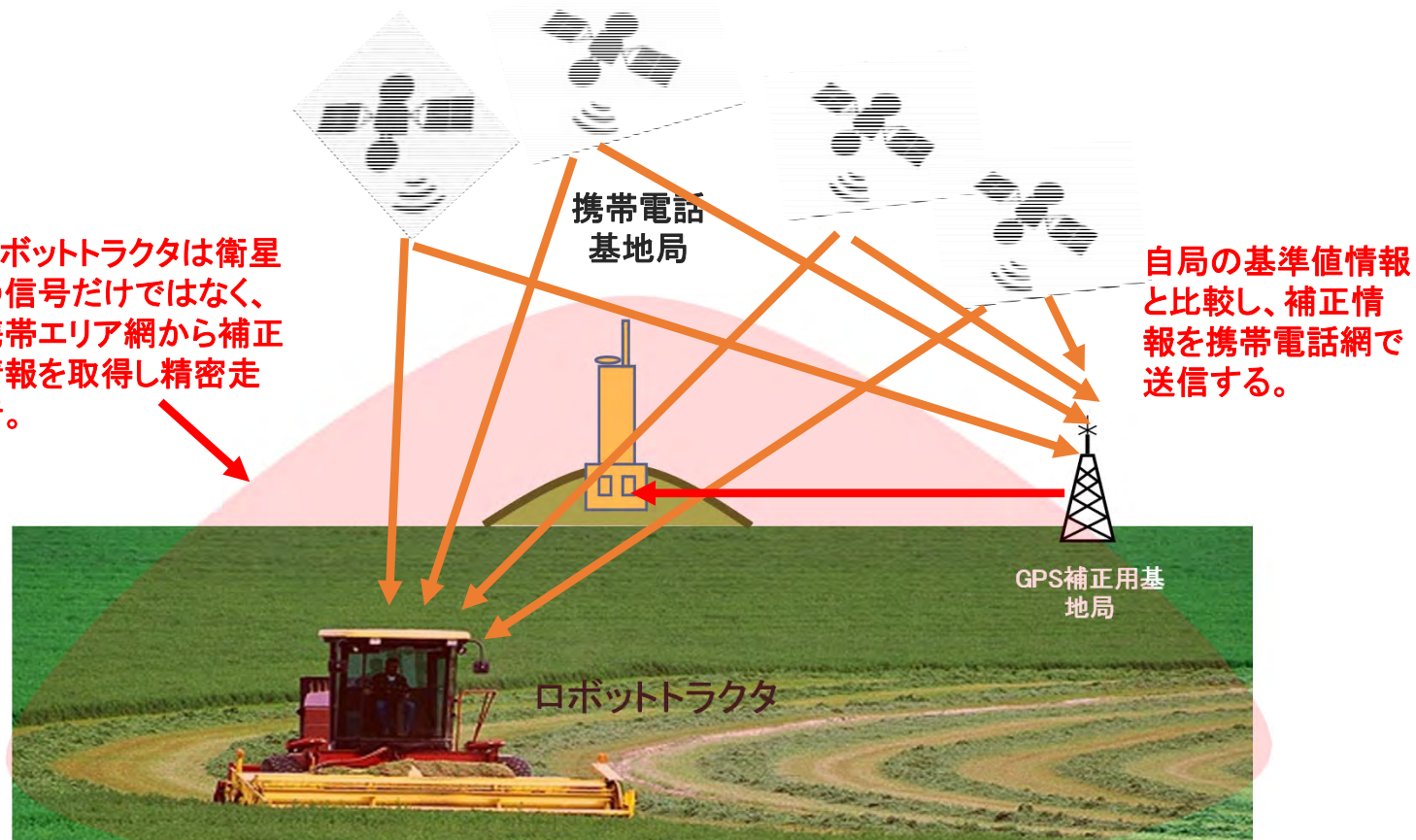
RTK-GNSS

一般的なGPS利用



スマホで自分の位置確認

ロボットトラクタは衛星の信号だけではなく、携帯エリア網から補正情報を取得し精密走行。



自局の基準値情報と比較し、補正情報を携帯電話網で送信する。

ロボットトラクタが精密走行をするための情報の流れ

無線システムに使用する周波数等




ロボットトラクタの自動運転に使用される主なRTK-GNSSは、以下のとおりです。

RTK方式／無線局種	周波数帯	送信出力	エリア	無線局申請	操作資格
無線方式／ 簡易無線局 (※)	150MHz帯 400MHz帯	～5W	1～5km程度	要 (登録又は免許)	不要
無線方式／ 基地局 (各種業務用)	150MHz帯 400MHz帯	～50W	～20km程度	要 (免許)	第三級陸上特殊無線技士
インターネット方式	—	—	携帯電話エリア内	不要	不要

※簡易無線局の1回の通信時間は5分以内。通信終了後の再通信は1分以上経過後。ただし、遭難通信、緊急通信、安全通信、非常通信を行なう場合及び時間的又は場所的理由により他に通信を行なう無線局のないことが確実である場合は、この限りでない。(無線局運用規則第128条の2)

位置補正情報の利用方式

- 無線方式の基準局 (簡易無線局、各種業務用無線局) の設置は、自治体、農協、任意団体、個人等で行われている。
- 無線方式の基準局は多くが簡易無線局で設置されているが、周波数を共用しているため都市近郊や工事現場近郊では通信がふく曠し停止する場合がある。(混信防止のキャリアセンス機能が働き停止する。)
- 各種業務用基地局は混信しないように周波数が割り当てられるが、操作資格が必要となる。
- インターネット方式は、基準局からの補正信号を携帯電話回線経由で提供するもので、有料のサービスとなる。

補正情報の種類	概要	必要設備・機器
RTK  <p>デジタル簡易無線機方式 (移動型) 基準局</p> <p>精度 2～3cm 前後</p>	RTK (Real Time Kinematic) は、地上に設置した基準局から発信する補正信号を受信してGPS測位の精度を向上させるシステムです。 デジタル簡易無線機方式 固定または移動型の基準局を個別に設置し、デジタル無線機で補正情報を送信。移動局 (トラクタ) 側のデジタル無線機で補正信号を受信します。使用可能エリアは無線の到達エリア内です。	デジタル簡易無線機方式 基準局設置費用 アンテナ/受信機 デジタル無線機
Ntrip方式  <p>GPSアンテナ 携帯端末 補正情報 Ntripサーバ 基準局</p> <p>精度 2～3cm 前後</p>	Ntrip方式 個別に設置した基準局で取得した補正情報をNtripサーバを使用しインターネット経由で配信。専用アプリをインストールしたスマートフォン等で受信します。使用可能エリアは携帯電話でインターネット接続可能なエリア内です。	Ntrip方式 モバイル機器 基準局設置費用 専用アプリ 受信契約
VRS  <p>電子基準点 補正情報 GPSアンテナ 携帯端末 プロバイダ</p> <p>精度 2～3cm 前後</p>	VRS (Virtual Reference Station) は、国土地理院が設置した電子基準点網から生成される補正情報を、スマートフォン等を使用して、インターネット回線を通じて受信し、GPS測位の精度を高める方法です。VRSのサービスプロバイダとの契約によって、全国どこでも携帯電話の電波のエリア内で利用できます。	モバイル機器 アンテナ/受信機 受信契約等

使用が認められている無線システム

- ドローンをスマート農業等に使用する際に、その操縦や画像伝送のために電波を発射する無線設備が広く利用されていますが、これらの無線設備を日本国内で使用する場合は、電波法令に基づき無線局の免許を受ける必要があります。
- ただし、他の無線通信に妨害を与えないように周波数や一定の無線設備の技術基準に適合する小電力の無線局等は免許を受ける必要はありません。
- ドローンで使用されている主な無線システムは、以下のとおりです。

画像伝送距離は、免許不要のシステムで数百m程度、免許を要するシステムで数km程度。

無線システム名称 ／無線局種	周波数帯	送信出力	伝送速度	利用形態	無線局免許	操作資格
ラジコン操縦用微弱無線	73MHz帯	※1	5kbps	操縦用	不要	不要
特定小電力無線局	920MHz帯	20mW	～1Mbps	操縦用	不要 ※2	
小電力データ通信システム	2.4GHz帯	10mW/MHz	200k～ 54Mbps	操縦用 画像伝送用 データ伝送用		
無人移動体画像伝送 システム／携帯局 ※3	169MHz帯	10mW	～数百kbps	操縦用 画像伝送用 データ伝送用	要	第三級陸上特 殊無線技士
	2.4GHz帯	1W	～数十Mbps			
	5.7GHz帯	1W	～数十Mbps			

※1：500mの距離において、電界強度が200 μ V/m以下

※2：技術基準適合証明等（技術基準適合証明及び工事設計認証）を受けた適合表示無線設備であることが必要。

※3：事前に運用調整が必要。

日本無人機運行管理コンソーシアム(JUTM)

<https://jutm.org/>

無人移動体画像伝送システム

- 無人移動体画像伝送システムは、高画質で長距離な映像伝送を可能とするメイン回線用に、169MHz帯、2.4GHz帯及び5.7GHz帯の周波数を用いるシステムとして整備されています。
- これらの周波数で無人移動体画像伝送システムを運用する際には、限られた周波数資源を共用し、各々が必要な通信を確保するため、運用者間で使用する周波数等の運用調整を行う必要があります。また、使用する周波数は、同一及び隣接する周波数帯を他の無線局が使用しているため、これらの無線局の運用に配慮した運用が必要となります。

免許及び登録を要しない無線局

- 発射する電波が極めて微弱な無線局や、一定の技術的条件に適合する無線設備を使用する小電力無線局については、無線局の免許及び登録が不要です。
- ドローン等には、ラジコン用の微弱無線局や小電力データ通信システム（無線LAN等）の一部が主として用いられています。

微弱無線局（ラジコン用）	ラジコン等に用いられる微弱無線局は、無線設備から500メートルの距離での電界強度（電波の強さ）が200 μ V/m以下のものとして周波数などが総務省告示で定められています。無線局免許や無線従事者資格が不要であり、主に、産業用の農薬散布ラジコンヘリ等で用いられます。
小電力無線局	小電力無線局は、免許を要しない無線局の一つで、空中線電力が1W以下で特定の用途に使用される一定の技術基準が定められた無線局です。例えば、Wi-FiやBluetooth等の小電力データ通信システム等がこれにあたります。 これらの小電力無線局は、無線局免許や無線従事者資格が不要ですが、技術基準適合証明等（技術基準適合証明及び工事設計認証）を受けた適合表示無線設備でなければなりません。

アマチュア無線局

- ドローン等にアマチュア無線が用いられることがありますが、この場合はアマチュア無線技士の資格及びアマチュア無線局免許が必要です。また、アマチュア無線の目的に照らし、アマチュア無線を使用したドローンを利益を目的とした仕事などの業務に利用することはできません。
- 周波数割当計画、アマチュア無線を用いて5GHz帯の周波数を使用する場合は、5GHz帯の同一帯域では他の業務の無線局が優先的に使用されているため、他の無線局に妨害を与えないように運用しなければなりません。（高速道路のETCシステムや駐車場管理に用いられる無線局への影響を考慮し、それら付近での使用は避ける等、運用には配慮が必要です。

携帯電話を上空で使用する場合

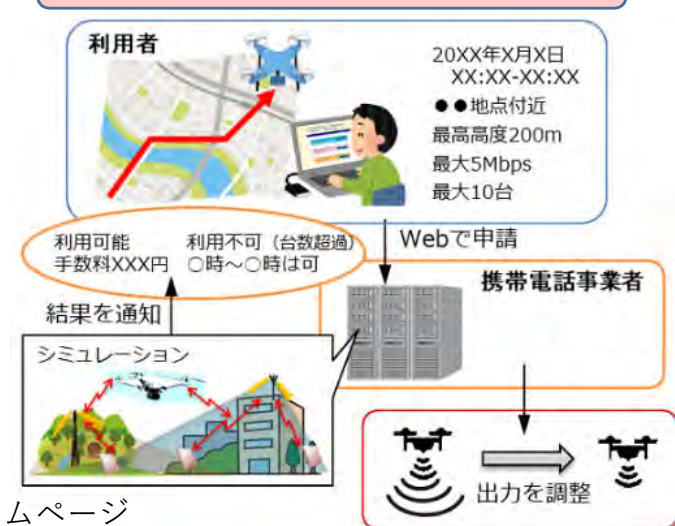
- 携帯電話等の移動通信システムは、地上での利用を前提に設計されていることから、その上空での利用については通信品質の安定性や地上の携帯電話等の利用への影響が懸念されています。（下図参照）
- こうした状況を踏まえ、実用化試験局の免許を受ける、又は、令和2年12月に、高度150m未満の空域において、一定の条件に合致する携帯電話の端末については、簡素化した手続きにより無人航空機等において利用可能とする制度整備を行いました。また、令和5年4月から、高度150m以上においても、簡素化した手続きによる利用が可能となりました。この場合、携帯電話事業者に利用を申込み、許可を受ける手続きが必要です。

周波数 f_1
 : 基地局とドローンが同一周波数を使用

周波数 f_2
 : 基地局とドローンが異なる周波数を使用



携帯電話の上空利用のサービス利用イメージ



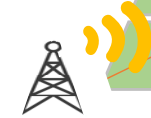
※ 出典：電波利用ホームページ

携帯電話 (スマホ) 4G (LTE)

- 現在利用されている主なスマート農業ソリューションにおいて、コスト、伝送距離、伝送速度の面でもっとも使い勝手がよく、対応製品も多い。
- 特にロボットトラクタ等の運転支援においては、**スマホによりRTK補正信号を受信するしくみが急速に普及**しており、北海道内でも今後、主流になると考えられる。
- 圃場等では**エリア化していない場合も多い**ため、他の無線システムとの組み合わせも重要である。

伝送距離：数百m～数km

伝送速度：数百M～1Gbps



- ロボットトラクタ、運転支援 / ○ドローン (センシング、散布、視認) / ○センサー (水管理、温度湿度、土壌管理、ウェアラブル、RFID)



スマート農業の利用が携帯電話の4Gエリア内であることが前提となっているという事例が多く存在。

スマホ利用を基本とした4Gの代替手段として考えられる無線システム

地域/自営BWA

sXGP

Wi-Fi

プライベートLTE

ロボット
トラクタ

ドローン

センサー

ドローン
(目視内)

センサー
(屋内)

ドローン
(目視内)

センサー
(屋内)

システムの特徴
及び
共用可能
ソリューション

運用が携帯キャリア以外となる点が相違点。スペックは4Gとほぼ同等。**農業ソリューションとしてもすべて共用可能。**

1.9GHz帯を利用する免許不要の自営無線。Wi-Fiに比べ**トラフィックが少ないため安定した通信が期待**できる。

sXGPと同様近距離通信。ただし、**回線速度は4Gと同等以上**。920MHz帯のWi-Fi HaLowにおいては1 km程度の伝送が可能。

電源及びバックボーン回線として光ファイバが必要

通信距離/速度

数km / 数M～220Mbps

数十～数百m / 10Mbps

数十m / 数M～1Gbps

スマホ利用

○ (iPhone、Android)
バンド41:一部非対応端末あり

○ (iPhone、Android)
バンド39:一部非対応端末あり

○ (iPhone、Android)
IEEE802.11 規格

① プライベートLTE (地域/自営等BWA・sXGP)

スマート農業のネットワークとして、多くはキャリア4Gが活用されているが、道内では圃場内の不感地帯も広く存在している。一方で、キャリア4Gによらないスマート農業ソリューションの運用も可能となっており、そのひとつとしてキャリア4Gと技術的親和性の高いプライベートLTEがある。

技術的に4Gと同様の通信方式を採用しており、スマホでの利用やプライベートLTE間でコアネットワークの共用が可能。

地域/自営等BWA

sXGP

主な特徴

地域/自営BWAは、2.5GHz帯の周波数を使用して、特定のエリアでLTEを利用できるローカル無線通信ネットワーク。キャリアの設備を介さずに、**自営の設備で専用のLTEネットワークを構築可能**。

元々PHSで使用されていた1.9GHz帯の周波数を使用した自営通信。専用SIMによるセキュアな通信が可能。AP（アクセスポイント）を複数設置することにより、**ハンドオーバーによるエリア拡充が可能**。小電力でありトラフィックが少ないため免許不要ではあるが安定した通信が可能。

4Gとの比較

周波数特性は多少異なるが、**通信速度/距離/免許の要否等は4Gとほぼ同様**。キャリアによらない自営LTEネットワークとして4Gと同様の農業ソリューションに対応。

通信距離はWi-Fi程度であるため、**目視内のドローンや屋内でのセンサー利用がメイン**。大規模、高性能、高コストなものを中心に開発された4GやBWAと違い、機能やエリアを縮小し、**容易に導入可能なLTEシステム**。

通信方式

当初のWiMAX方式に加え、LTE方式 (AXGP) が採用されている。

LTE無線通信技術の一種である**TD-LTEを採用**している。

ライセンス

無線局、無線従事者免許が**必要**。

無線局、無線従事者免許が**不要**。

端末

利用しているスマホが、そのまま端末として利用可能となる場合。

バンド41(2.5GHz)に対応したiPhone、Android端末が利用可能。
(基地局側は4Gと同様の規模の無線局)

バンド39(1.9GHz)に対応したiPhone、Android端末が利用可能。
(基地局側はAP(アクセスポイント)型の小型無線局)

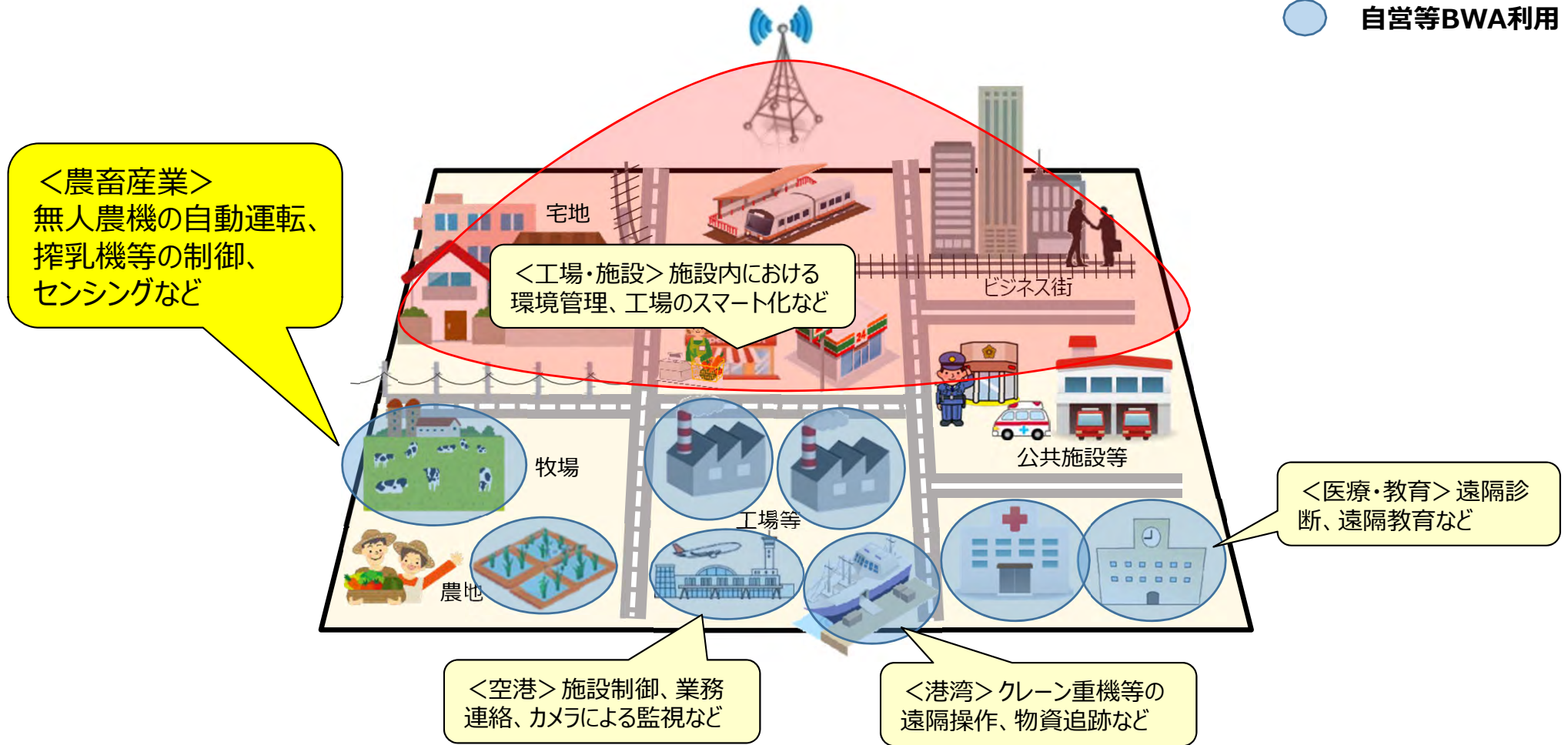
コスト

月額サービス利用：数千円/月
基地局設置：数百～数千万円

数十万～数百万円程度 (AP(アクセスポイント)、端末)

② プライベートLTE (地域/自営等BWA) 導入イメージ

- 地域BWA利用
- 自営等BWA利用



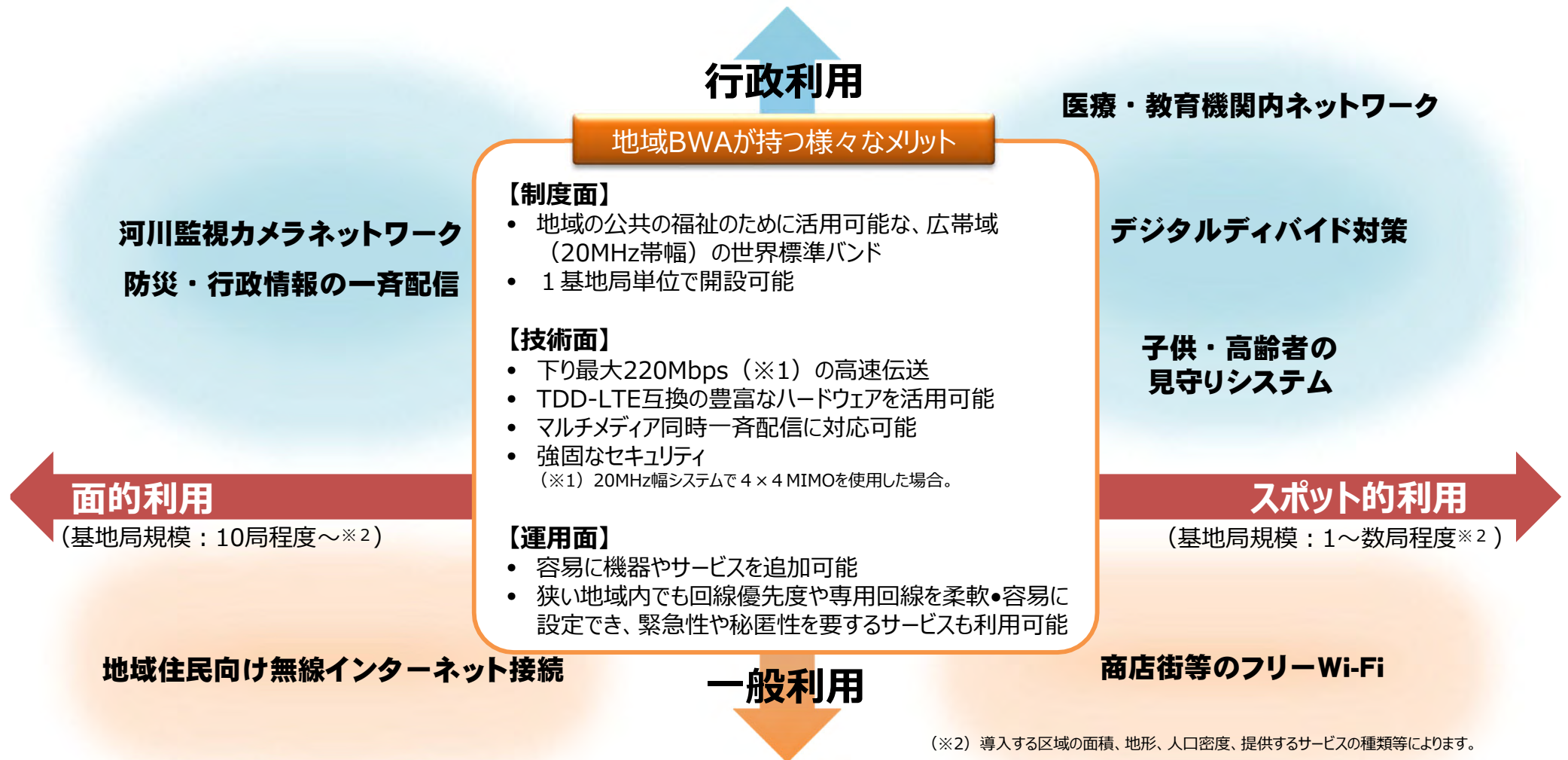
地域BWAは電気通信事業であり、市街地（住宅街や駅・商業地等）を中心にエリア展開



工業地帯や農業地帯等の地域BWAが利用されていないエリア／近い将来利用される可能性が低いエリアにおいては、「自己の建物内」又は「自己の土地内」で自営等BWAの利用が可能

③ プライベートLTE (地域BWA) 導入メリット

- スポットの利用～面的利用、行政利用～一般利用など、**多様な地域のニーズや課題に対応する**形で地域BWAが持つ豊富なメリットを活用することができます。
- 行政利用のみに限定するのではなく、一般利用を含めた**様々なサービスを取り込むことで、地域BWA全体の運用コストを低減**させるだけでなく、地域の活性化につながることを期待されます。



4 GLTEとプライベートLTEの比較



3つのシステムは技術的に全てLTE方式を採用しており、端末がそれぞれの帯域をカバーしていれば、スマホや各IoT機器で利用可能

	700/900MHz帯	1.9GHz帯	2GHz帯	2.5GHz帯
	LTE	sXGP		地域/自営BWA
	プライベートLTE			
利用可能端末及び対応周波数	バンド1(700/900MHz),28(2GHz)等	バンド39(1.9GHz)		バンド41(2.5GHz)
	iPhone、Android（一部非対応端末有）、対応IoT機器で利用可能			
プライベートLTEしての特徴	<ul style="list-style-type: none"> 任意の場所でエリア化が可能 自営網により非常時・輻輳時にも安定した通信が可能 			
同時接続数/1基地局	100台程度	数十台程度		数十台程度
通信距離/速度	数km / 数M~1Gbps	数十~数百m / 10Mbps		数km / 数M~220Mbps
免許の要否(無線局/無線従事者)	必要	不要		必要
ハンドオーバー	ハンドオーバー（端末移動に伴う接続基地局の自動切替え）によるエリア拡充が可能			
基地局設置条件	基地局設置場所に電源及び光ファイバ（バックボーン回線）が必要			

LPWA

LPWA

低コスト・長距離通信の特徴からセンサー利用においては4Gよりも使い勝手がよいケースがある。データ量が小さい場合やリアルタイム性を求めないケースに有効。

ドローン

自動操縦時の機体制御用信号に利用可能。
(プログラム操縦でも、飛行中は機体制御情報を常に把握することが望ましい。)

センサー

あらゆるセンサーに利用可能で、データを元に水田の給水弁の自動管理や、ハウス内の換気装置や暖房機稼働などを自動また遠隔でコントロールする事が可能。
酪農においては、牛舎内だけではなく、長距離伝送の特徴を活かし、広大な放牧地においても一元的に個体管理が可能。脱走牛の早期検知や、崖からの落下など予期せぬ事故の防止、しばらく動かない等の状況の把握等により疾病の兆候の早期発見にもつながる。

システム名称	周波数	通信速度		空中線電力		通信距離
		上り	下り	上り	下り	
専用端末での運用。低出力であるため太陽光発電でも稼働。						
SIGFOX (自営) (シグフォックス)	920MHz帯	100bps	600bps	20mW	250mW	数km~数十km
LoRa (自営) (ローラ)	920MHz帯	250bps~50kbps		250mW、20mW		数km~十数km
LTE-M (月額)	携帯電話の帯域	300kbps 1Mbps	800kbps	100mW 200mW	-	数km~十数km
NB-IoT (月額)	携帯電話の帯域	62kbps	21kbps	100mW 200mW	-	数km~十数km

5G/L5G

4Gでは実現できない高精細画像伝送や低遅延な緊急信号の送信が可能であり、今後ロボットトラクタ (レベル3) の実現に寄与することが期待されている。既存ソリューションにおいては、コストや周波数特性から一部例外を除き広い圃場等での活用は困難であり、施設園芸や牛舎内等のスポット利用が想定される。

LPWAと他の通信システムとの比較

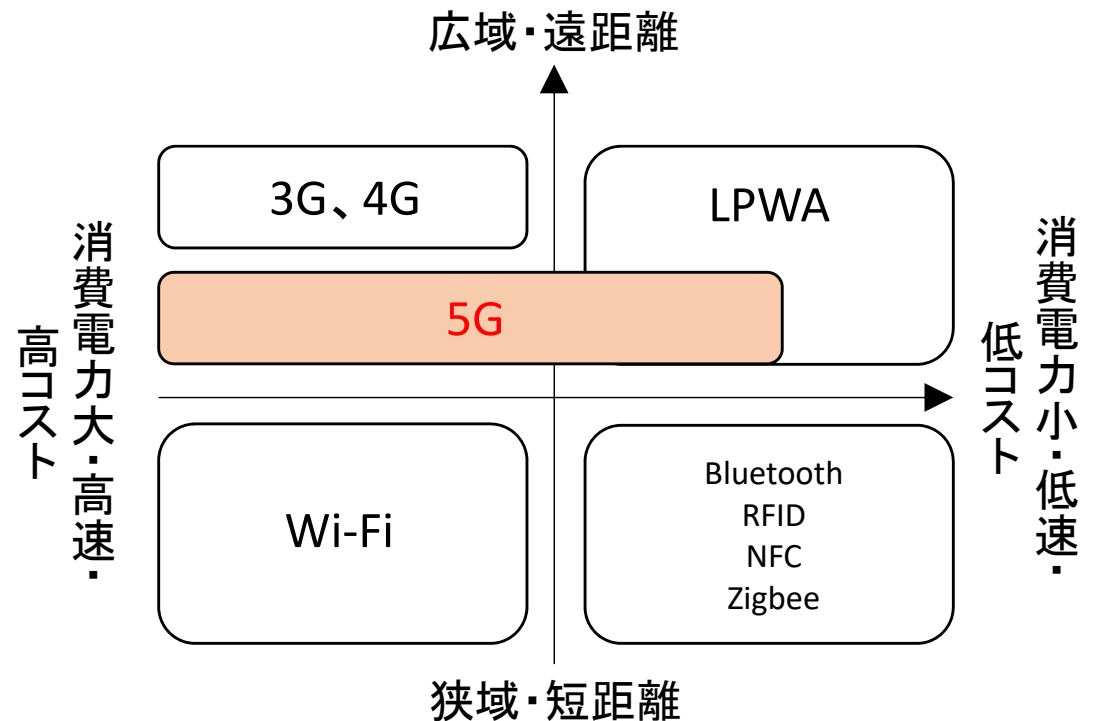
- IoTデバイスや関連のアプリケーションの数は爆発的に増加し、それらの用途は多岐に渡っているため、カバレッジや消費電力の大小、通信速度やコストの高低に応じて、様々な通信技術・規格が存在。
- 特に無線を用いるIoTデバイスは、消費電力や電波の特性等の制約条件が多いことから、単一の通信技術や規格でこれらのニーズ全てに応えることは困難であり、各産業・分野のデジタル化を進めるに当たっては、その目的や用途に応じて、他の技術と上手く組み合わせて使うことが重要。

右図は、既存の技術・規格を含めて、それぞれの特徴に着目して整理を行ったもの。

LPWAはボタン電池一つで数年単位で動作し、端末1台あたりの通信料金も100円～/年（SIGFOX）と、低消費電力・低コストといった特徴がある。また、Wi-FiやBluetoothに比べ、広域・遠距離通信を可能としている。

また、5Gは超高速大容量、超低遅延、多数同時接続といった特長を有している一方、カバレッジに関しては4Gに劣り、また、消費電力やコストに関しては、LPWA（SIGFOX、LoRa、NB-IoTなど）やBluetooth、NFC（近距離無線通信）、Zigbeeに劣っており、5Gが他の通信技術全てを代替するような万能な存在ではないことが分かる。

各通信方式の位置付け



① Wi-Fi

Wi-Fi (ワイファイ、Wireless Fidelity) とは、国際標準規格のIEEE802.11規格に準拠し、無線LANの普及促進を行う業界団体であるWi-Fi Allianceに認証を受けた機器を指しますが、現在は認証機器がほとんどであるため、無線LAN (※) 全般を指す言葉としてWi-Fiが使用されています。

(※) 無線LANとは、電波でデータの送受信を行う構内通信網 (LAN : Local Area Network) のことです。

① 誰でも使えるアンライセンスバンド

法律上の免許 (ライセンス) が不要であることから誰でも手軽に利用できる通信インフラ



② 世界共通どこでも使えるデファクトスタンダード

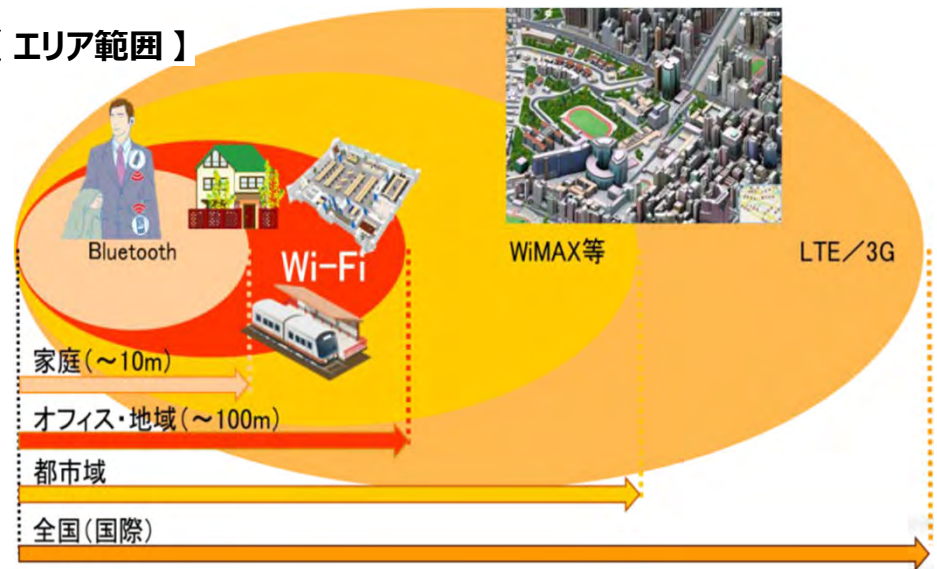
普段使っている端末が、世界中のWi-Fiスポットで利用できる



③ サービスエリアはスポットだが高速

エリア範囲は狭いが、高速・大容量の通信ができる

【エリア範囲】



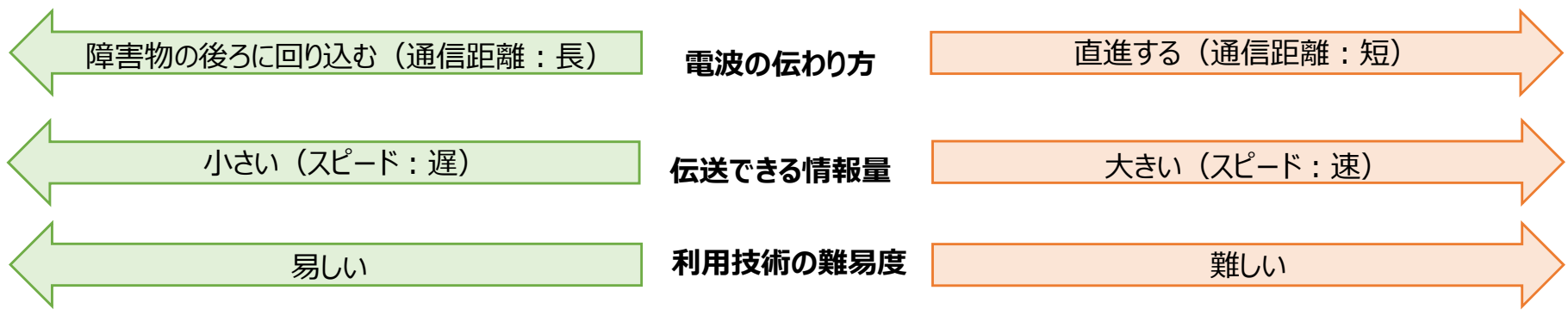
【通信速度】

Wi-Fi(11ac)	1.3Gbps
Wi-Fi(11n)	600Mbps
LTE-A	1Gbps
LTE	150Mbps
3G	14Mbps

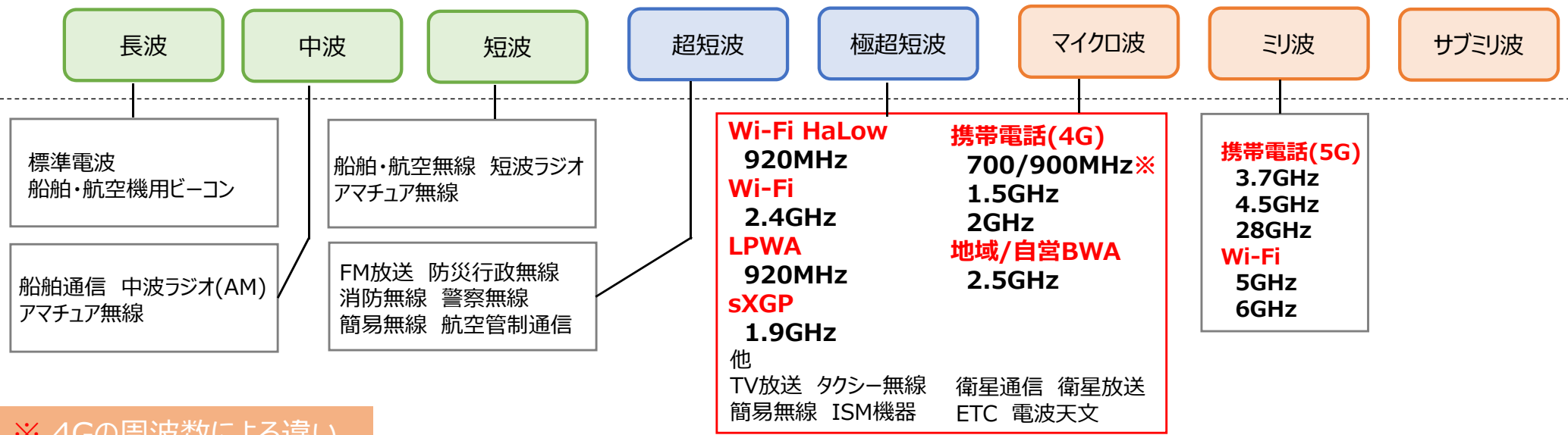
② Wi-Fiの使用する周波数等

システム名称	周波数帯	使用場所			最大伝送速度	規格	世代 ※1
		屋内	屋外	上空			
小電力データ 通信システム ※2	920MHz帯 (916.5-927.5MHz)	○	○	○	1MHzチャンネル BPSK 150kbps 256QAM 4Mbps	IEEE802.11ah	6E
	2.4GHz帯 (2400-2497MHz)	○	○	○	11Mbps 54Mbps 600Mbps 9.6Gbps	IEEE802.11b IEEE802.11g IEEE802.11n IEEE802.11ax	2 3 4 6
	5.2GHz帯 (W52) (5150-5250MHz)	○	△ ※3	×	54Mbps 600Mbps	IEEE802.11a IEEE802.11n	2 4
	5.3GHz帯 (W53) (5250-5350MHz)		×		6.9Gbps 9.6Gbps	IEEE802.11ac IEEE802.11ax	5 6
	5.6GHz帯 (W56) (5470-5730MHz)	○	○	×	54Mbps 600Mbps 6.9Gbps 9.6Gbps	IEEE802.11a IEEE802.11n IEEE802.11ac IEEE802.11ax	2 4 5 6
	6GHz帯 (5,925MHz-6,425MHz)	○	○ ※4	○ ※4	9.6Gbps	IEEE802.11ax	6E
	6GHz帯 (5,925MHz-6,425MHz)	○	○ ※4	○ ※4	46Gbps	IEEE802.11be	7

- ※1 各世代の名称として使用しているものは、第4世代となるWi-Fi 4以降を規格名ではなく世代名 (Wi-Fi 4、5、6、6E、7) で呼称。(第2、3世代は便宜的に表示)
- ※2 無線局免許不要・無線従事者資格不要。
- ※3 屋外利用の条件あり。高出力のアクセスポイント・中継器の場合は登録局の手続きが必要、自動車内無線LANの場合は利用可能。
- ※4 EIRP25mW以下のVery Low Power(VLP)に限り、屋外での利用が可能。(6GHz帯の送信出力は、SPモード・LPIモード・VLPモードの3モードがある)



周波数 30kHz 300kHz 3MHz 30MHz 300MHz 3GHz 30GHz 300GHz



700/900MHz帯 (いわゆるプラチナバンド) はスマート農業の利用において通信距離・速度のバランスが最もよく、道内の市街地外 (圃場等) の多くは同周波数帯が利用されている。

- 300MHz-3GHzの帯域は使い勝手が良く、携帯電話等のモバイル通信以外にも需要が非常に多い。
- 920MHzを使用するWi-Fi HaLowは通信距離・速度ともにスマート農業にマッチしやすく、今後活用が期待される。

第3章

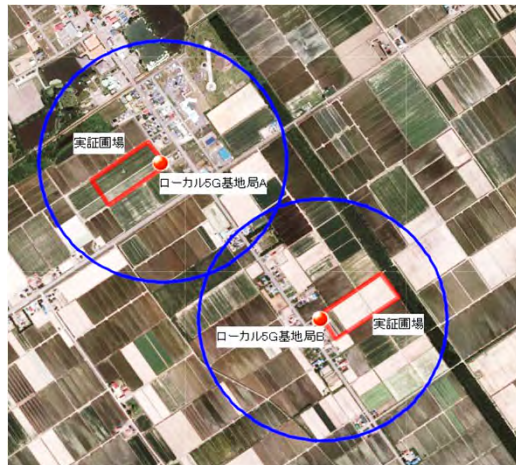
スマート農機等と無線システムの活用事例

- 3-1 ロボットトラクタの活用事例（1）～（4） …… 3 1
- 3-2 ドローンの活用事例（1）～（3） …… 3 9
- 3-3 センサーの活用事例（1）～（3） …… 4 5

遠隔監視制御による自動走行の実証事例 (岩見沢市)

※資料提供 岩見沢市

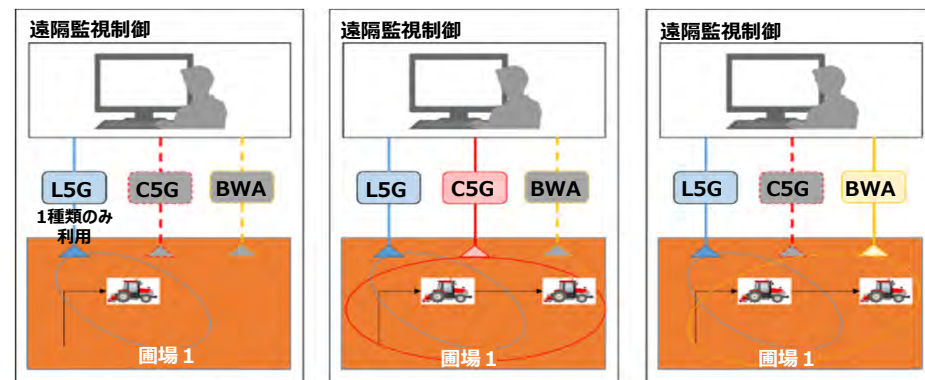
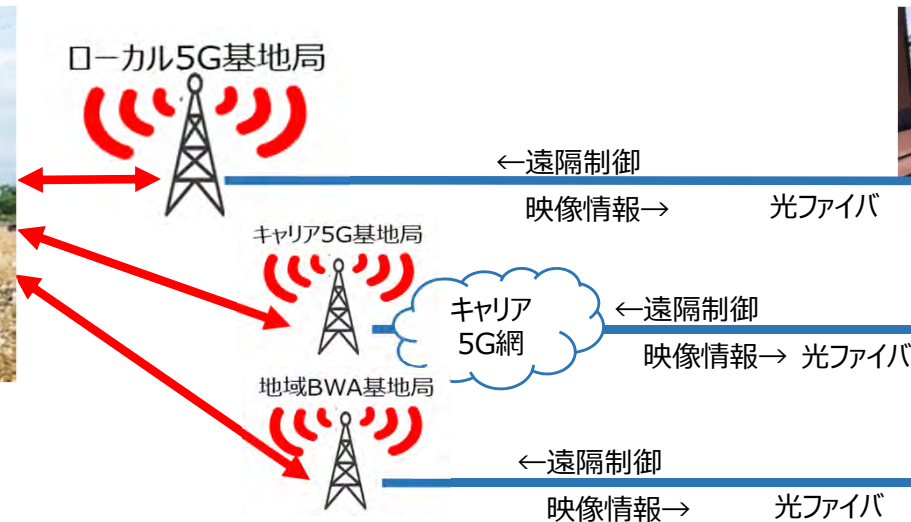
- 無人走行が可能なコンバイン、ロボットトラクタを使用し、遠隔監視下における圃場間移動、複数台農機の同時遠隔制御による協調作業等の複数の利用ケースを想定した走行パターンの試験を実施。
- 使用するネットワークとして、ローカル5Gのほか、実証圃場エリアをサービスできるキャリア5G及び地域BWAも活用。



ローカル5G基地局設置場所

※青色円は半径500m (参考)

国土地理院 (<https://www.gsi.go.jp>) のデータを使用して作成



単体NW試験

L5G + C5G試験

L5G + BWA試験

各ネットワークを組み合わせた試験

	ロボットトラクタ			ドローン	センサー	その他	
使用する機器・内容	稲作作業・走行映像の伝送と遠隔制御						
	キャリア4G	地域/自営BWA	C/L 5G	LPWA	Wi-Fi	SXGP	その他
使用するシステム		地域BWA 遠隔監視制御	ローカル5G・5G 遠隔監視制御				

利用主体・利用背景・ネットワーク構成

- 岩見沢市 個別農家
- 岩見沢市は、農業就業人口の減少及び高齢化により農作業の省力化を進めていくことが課題であり、今後更に就農者が減少していく状況において、個々の生産者が複数の離れた圃場を管理するケースが増加する事が想定され、限られた期間に効率的に農機を運用することのできる、遠隔制御によるロボットトラクタ等農機運用の必要性が非常に高くなるものと想定。
- ローカル5G (L5G)、キャリア5G (C5G)、地域BWA (BWA) ネットワークを用いた、遠隔監視制御によるロボットトラクタ等の自動走行、公道走行 (圃場間移動)、複数台のロボットトラクタ等の同時遠隔制御による協調作業の検証を実施。

利用環境

- 稲作 実証面積 42.62ha
- 岩見沢市が管理する監視センターと無線ネットワークを利用したロボットトラクタの遠隔監視と運用。

利用による効果

- 目標以上のコスト削減となり収益についても増加、耕起・整地作業の労働時間が3割削減となった。
- ロボットトラクタの導入により、4台のロボットトラクタ等に対し、同時遠隔監視・制御の実現性に問題ないことを実運用にて確認。
- 遠隔からの非常停止動作の有効性について実証し、有人と比較して1秒未満の遅延で対応できることを確認。

留意点

- ローカル5Gにおける家屋遮蔽に対する解決策として、圃場間の移動にはキャリア5Gや地域BWAなどの別の無線システムを利用するほか、ローカル5G基地局や端末のアンテナ設置高を調整し最適な高さを検討する必要がある。
- 今後、複数台のロボットトラクタを遠隔監視することも十分考えられるため、上り回線 (端末から基地局方向) の伝送量の更なる改善のため上り回線に割り当てるスロットの比率を上げた非同期運用での検証が必要。

ロボットトラクタの目視内での自動走行の実証事例 (更別村)

※資

料提供 更別村

- 令和元年度 キャリア4Gで画像伝送、Wi-Fi (2.4GHz帯) で制御。制御は発進、停止のみで走行経路はプログラムによる。
- 令和2年度 キャリア5Gで画像伝送、制御。制御は発進、停止のみで走行経路はプログラムによる。
- RTK基地局から位置補正情報を取得。

令和元年度



令和2年度



	ロボットトラクタ		ドローン	センサー	その他		
使用する機器・内容	畑作業・走行映像の伝送						
	キャリア4G	地域/自営 BWA	C/L 5G	LPWA	Wi-Fi	SXGP	その他
使用するシステム	映像情報 (動画)		キャリア5G 制御情報 (発信・停止) 映像情報 (動画)		2.4GHz帯 制御情報 (発信・停止)		

利用主体・利用背景・ネットワーク構成

- 更別村 個別農家
- 更別村は平均耕地面積が43.5haと日本屈指の大規模畑作農業の村であり、区画が大きい畑が多く、大型の農業機械が多く導入されている地域である。そのため、スマート農業技術の恩恵を受けやすい地域であるが、大規模化に伴い、播種や収穫といった農繁期には、人手不足が深刻化して規模拡大のボトルネックになる。
- 事業者の4G及び5G回線ネットワークを利用したロボットトラクタからの映像情報の伝送。5G利用時は制御 (発信・停止) も実施。

利用環境

- 畑作 個人農家
- 実証面積60ha ロボットトラクタとして国内最大級の大型ロボットトラクタM7を使用 RTK-GNSS補正情報

利用による効果

- 収量コンバインによる収穫作業等により全体の投下労働時間は約30%削減。(7人時/10a→5人時/10a)
- 特に規模拡大時のボトルネックになる繁忙期の農作業をロボットトラクタ導入により減少させることに成功した。
※ 投下労働時間が他の作物と重なる小豆・大豆の収穫時間において60%の削減

留意点

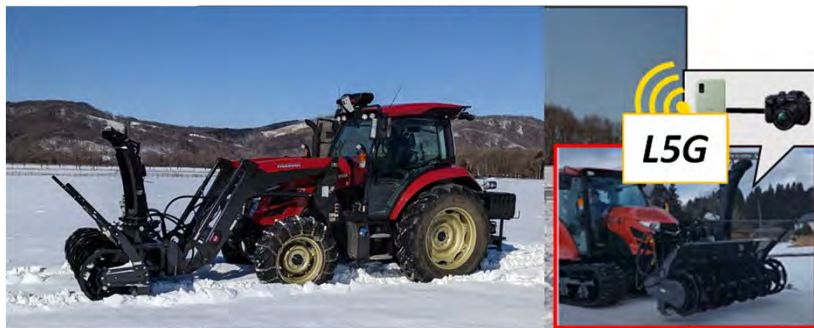
- RTK基地局 (簡易型。持ち運び可能。2.4GHz帯Wi-Fi利用。) の場所がずれると位置補正情報にも影響が出るため、インターネット方式に変更。

※資料提供 ヤンマーアグリ株式会社

ロボットトラクタの目視内での自動走行の実証事例 (新冠町 ビックレッドファーム明和)

シーズンを通して冬期の除雪と春～秋にかけて行われる草刈りについて
ロボットトラクタとローカル5Gを活用する実証

Winter



- ・ 軽種馬体調維持を目的とした運動コース確保のための除雪 (牧場監視、障害物迂回等含む)

Spring ~ Summer ~ Autumn



- ・ 広大な牧草地の草地刈作業の自動化
- ・ ドローン撮影とAI解析による最適運行ルート選定、馬への接近時停止



ロボットトラクタへの搭載機器

可搬型ローカル5G基地局



可搬型基地局と分散型アンテナ(DAS)の構成

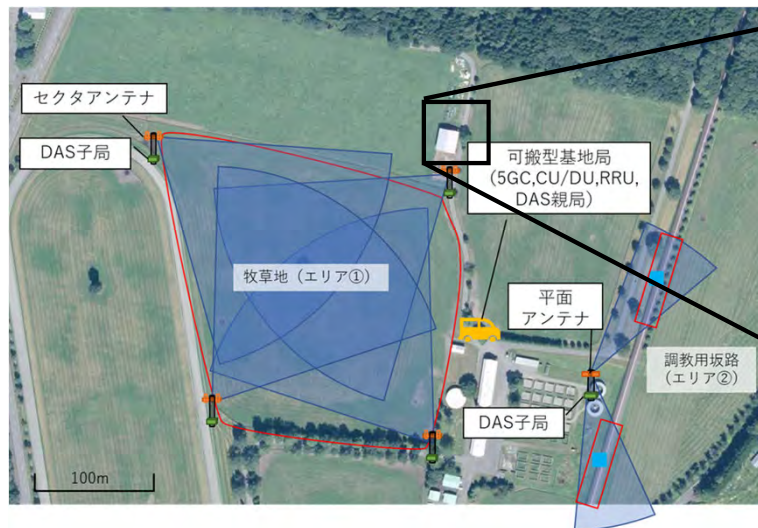
ロボットトラクターに4Kカメラを搭載



トラクターにローカル5G端末を搭載して基地局へ伝送

ロボットトラクタへの搭載機器

エリア毎に可搬型基地局が移動してエリア化
広域なエリアは4基の分散型アンテナ(DAS)がカバー



実証エリアと分散型アンテナ(DAS)の配置状況



	ロボットトラクタ		ドローン	センサー	その他		
使用する機器・内容	放牧場の草刈り・冬期の除雪						
	キャリア4G	地域/自営 BWA	C/L 5G	LPWA	Wi-Fi	SXGP	その他
使用するシステム			ローカル5G (可搬型基地局)		2.4GHz帯 (ロボットトラクタ制御)		

利用主体・利用背景・ネットワーク構成

- 新冠町・ビッグレッドファーム
- 広大かつ離散的な屋外地域において、基地局をより柔軟・効率的に活用できるように可搬型のローカル5G環境を活用し、季節や環境、用途の変化に応じて移設利用するケースが増加する事が想定される。
- 可搬型基地局と柔軟なエリア化が可能な分散型アンテナ(DAS)で通信エリアを構築し、RTK-GNSSを受信して補正信号として農機に送信を行い、精度の高い自動走行を行う。また、4K映像による遠隔での停止・再発進に関する作業状況の把握を、L5Gを介して制御する安全性と効率化の実施。

利用環境

- 酪農（競走馬育成）
- 可搬型基地局（1局）と分散型アンテナ（DAS）4基で圃場内4haをカバー

利用による効果

- ロボットトラクタ導入により草刈り作業全体の労働時間を最大75%削減した。（2人→1人、4時間→2時間）
- 除雪作業において、作業人数の半減（3人→1.5人）、作業時間の約50%減（約3時間/日→約1.5時間/日）により、冬季の人件費削減効果を確認した。

留意点

- 圃場内での起伏やアンテナ指向性・通信強度によりL5G通信の不感エリアが存在する。
- 今後導入を検討する農家については、導入コストと比較して得られる効果が具体的（定量的）に判断できない。

ロボットトラクタの目視内での自動走行の実証事例

(津別町 令和元・3年度スマート農業実証プロジェクト) ※資料提供 津別町農業協同組合

導入技術

①プライベートLTEによるRTK補正情報の配信

①プライベートLTE (RTK)



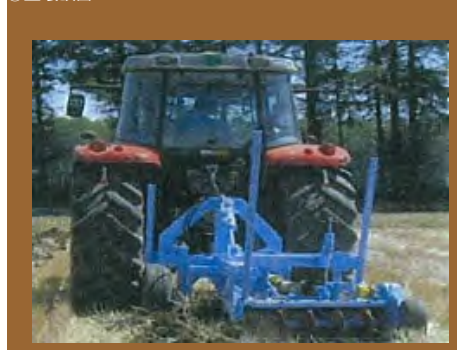
②可変施肥(生育センシングデータと高精度位置情報)

②可変施肥



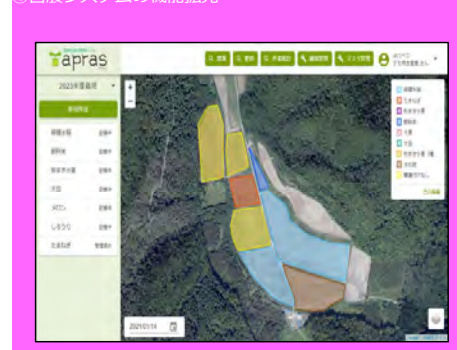
③土壌改善(衛星データと高精度位置情報)

③土壌改善



④営農システムの機能拡充による工程管理

④営農システムの機能拡充



導入後の達成状況

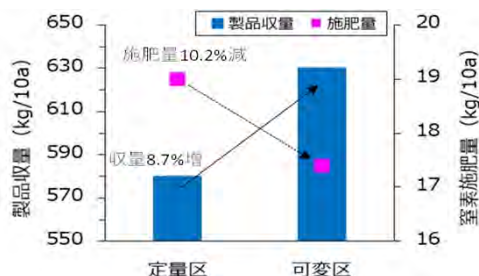
中山間地適用位置情報・自動操舵

- プライベートLTE技術を活用し携帯電話不感地帯の圃場にてRTKによるロボットトラクタの自動操舵を導入。
- 精度の高い自動運転により、農機の掛け合わせ幅を最小限とすることで、作業効率を平均17%Up(小麦+玉ねぎ)

農作業名	手動操舵(慣行)平均作業幅(m)	自動操舵平均作業幅(m)	作業幅比増分(%)
小麦 播種作業	2.75	3.187	15.9
玉ねぎ 耕起作業	2.913	3.23	10.9
玉ねぎ 耕起作業	3.41	3.458	1.4
小麦 収穫作業	3.989	4.041	1.3
小麦 播種作業	2.797	3.069	9.7

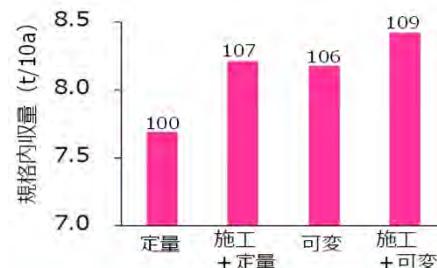
小麦可変施肥

- 秋まき小麦の起生期、幼穂形成期、止葉期の可変追肥により施肥量10.2%減(19.0kg/10a→17.1kg/10a)製品収量8.7%増(580kg/10a→630kg/10a)を達成。



土壌改良施工と玉ねぎ可変施肥

- 衛星データを利用した土層改良施工と基肥可変施肥により、玉ねぎの規格内収量9%増(7.69t/10a→8.42t/10a)を達成。
- 高性能ワイドスプレッドによる基肥の散布時間は慣行比で65%減(5.8分/10a→2.0分/10a)を達成。



生産管理営農支援システム

- 営農に関わる様々なデータを入力、蓄積可能なスマホアプリを開発。記録の利便性向上、蓄積データ分析により営農改善に寄与。

機能	現行	実証事業		機能	現行	実証事業	
		WEB	アプリ			WEB	アプリ
履歴、耕種概要管理	✓	✓	✓	履歴印刷、提出、複製、削除	✓	✓	✓
圃場情報	✓	✓	✓	履歴エクスポート出力	✓	✓	
肥料記録、肥料の詳細	✓	✓	✓	農薬検索	✓	✓	✓
農薬記録、農薬診断	✓	✓	✓	肥料検索	✓	✓	✓
収穫記録	✓	✓	✓	履歴一覧	✓	✓	
作業記録	✓	✓	✓	圃場管理		✓	✓
作業者、作業時間		✓	✓	作業設計		✓	
機械、稼働時間		✓	✓	各種マスタ管理		✓	✓
生育記録	✓	✓	✓	その他管理機能	✓	✓	

	ロボットトラクタ		ドローン		センサー	その他	
使用する機器・内容	精度の高い自動運転						
	キャリア4G	地域/自営 BWA	C/L 5G	LPWA	Wi-Fi	SXGP	その他
使用する無線システム	LTE					LTE 2基	

利用主体・利用背景・ネットワーク構成

- 個別農家
- 農業就業人口（販売農家）が5年間で10.5%減少し、今後更に就農者が減少していく状況において、個々の生産者が複数の離れた圃場を管理することについて、今後増加が想定される。また、生産者経営改善のために、高収益作物（有機玉ねぎやてん菜）栽培におけるリモート化・超省力化を推し進め、中山間地における「新しい生活様式」への対応、中山間地農業所得向上を目指すために、限られた期間に効率的に農機を運用することのできる遠隔制御によるロボット農機の必要性がある。
- RTK-GNSSの位置補正信号をキャリア4Gのネットワークを利用してスマートフォンに送り、Bluetooth経由で農機へ転送。

利用環境

- 畑作 / 畑作野菜 / 酪農など
- 広さ 約5,000ha、RTK利用台数 116台（2023.4月現在）
- インフラ（各家庭まで光ファイバの接続あり）

利用による効果

- 小麦については、RTKによる精度の高い自動運転により、農機の掛け合わせ幅を最小とし作業効率を約17%アップ。
- 可変追肥を実施し、施肥量10.2%減少。
- 衛星データを利用した土層改良施工と基肥可変施肥により、玉ねぎの規格内収量9%増加。

留意点

- 圃場内でキャリア4Gの不感エリアが存在（防風林付近・丘陵地帯等）。
- RTK-GNSSの位置補正信号は、携帯電話事業者の電波が届かないと利用出来ないため、自営ネットワークの構築が必要。

ドローンによるセンサーネットワークに基づく ロボティクスファームの実証事例 (更別村)

※資料提供 更別村

農薬散布

センシング



実際の農薬散布飛行デモ

制御
(離着陸のみ)
プログラム飛行



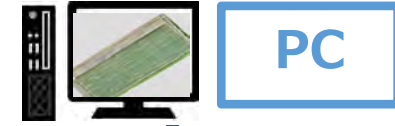
キャリア4G
基地局



実証エリア全体
をカバー

位置補正情報
の伝達

位置補正情報
の伝達



←画像伝送

上空で蓄積した画像を地上でPCに伝送し、画像解析を行うことで、圃場内における出穂期のバラツキを確認

地上



飛行ルート設定画面



飛行中のモニター画面

飛行中、取得した画像は蓄積



	ロボット農機		ドローン		センサー	その他	
使用する機器・内容			牧草地の雑草検知・農薬散布				
	キャリア4G	地域/自営 BWA	C/L 5G	LPWA	Wi-Fi	SXGP	その他
使用する無線システム	LTE						

利用主体・利用背景・ネットワーク構成

- 更別村内の個別農家
- 更別村は日本屈指の大規模畑作農業の村であり、区画が大きい畑が多く、大型の農業機械が多く導入されている地域であり、スマート農業技術の恩恵を受けやすい地域であるが、大規模化に伴い、播種や収穫といった農繁期には、人手不足が深刻化して規模拡大のボトルネックになっていることから、農作業の自動化に必要な圃場の情報をドローンで取得を実施する。
- 更別村全域がほぼ携帯事業者のエリア化がされていることからキャリア 4 GLTEをネットワークとして利用。

利用環境

- 平均耕地面積が43.5ha（エスコンフィールド北海道1.5個分）
- 携帯電話事業者のキャリア 4 GLTEをネットワークシステムとしてドローンを制御（離着陸のみ）、飛行経路はプログラムによる飛行。センシング画像は、ドローン本体のSDカードに蓄積し地上へ戻ってからPCへ伝送。RTK基地局から位置補正情報を取得。

利用による効果

- 農薬散布ドローンのセクションコントロールの利用により、掛け合わせやより速度が速い散布でも均一に散布できるようになった。
- ドローンで取得した画像を基に、画像認識により出穂期の測定を行い、圃場内における出穂期のバラツキを確認出来た。

留意点

- 今FCC認証※を受けた海外製品を使用したかったが、国内の技術基準に合致しない（周波数割当不可）ため使用できなかった。
- キャリア4Gの電波状態により飛行停止することがあった（プログラム飛行もできない状態。回線切替により飛行継続が可能なシステムもある。）。

※FCC認証：FCC（Federal Communication Commission）、アメリカ合衆国の米国連邦通信委員会を示し、アメリカ合衆国において、通信・電波の規制を行う連邦政府機関。

ドローンを利用した牧草雑草検知 (豊富町、大樹町、せたな町) ICT活用牧草生産実証事業(北海道農政部実証事業)

※資料提供 (株)NTTドコモ

道内の代表的な公共牧場の課題

- 広大な牧草地
- 増え続ける雑草
- 広大さ故の人手不足



広大な牧場のイメージ

牧場総面積

- ・豊富町 1347ha(エスコンフィールド北海道 42個分)
- ・大樹町 1076ha(同 34個分)
- ・せたな町 333ha(同 10個分)

※エスコンフェード北海道は、東京ドーム6個。

※面積は、日本草地畜産種子協会「全国公共牧場マップ」から

これまでの課題に対する対応状況

- 人の目で判断
- ロボットトラクタでの農薬散布

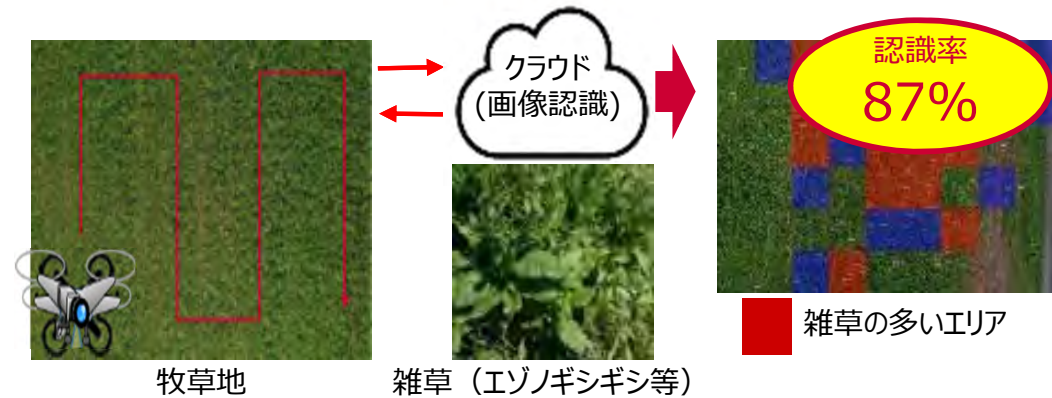


広大な牧場を目視で確認・
ロボットトラクタでの作業イメージ

課題解決の対応策

ドローンによる牧草地の雑草検知実証試験

- ドローン自動飛行により牧草地全体の画像を収集
- 雑草株を自動検知し、雑草の多いエリアを特定



ドローンでの自動農薬散布による除草実験

- 特定の雑草の多いエリアをドローンが自動飛行し部分的に農薬を散布



	ロボット農機		ドローン		センサー	その他	
使用する機器・内容			牧草地の雑草検知・農薬散布				
	キャリア4G	地域/自営 BWA	C/L 5G	LPWA	Wi-Fi	SXGP	その他
使用する無線システム	LTE						

利用主体・利用背景・ネットワーク構成

- 個別農家
- 豊富町をはじめとする全道各地に生産者から牛を預かる公共牧場が存在。多くに公共牧場が少ない人手で多くの牛を預かっており、重労働が常態化。課題解決に向けドローンと画像解析プラットフォームを活用し、牧草地に多く生える雑草の検知を効率的に行うことを目指し、北海道庁農政部の事業として令和元年～3年度に渡り豊富町、大樹町、せたな町で実証を実施。
- 令和4年度に雑草検知サービスを商用化済み。

利用環境

- 酪農（牧草地）
- 令和元年：豊富町、令和2年：大樹町、令和3年：せたな町で実証実施。
- ドローンそのものには通信機能なし。画像を撮影して着陸後データを抜きクラウドサーバへのデータ送信をLTE等で実施。

利用による効果

- 雑草認識率87%を達成。
- 農薬散布量の削減。

留意点

- 今後同様の手順で多様な作物の雑草、病害虫の検知に取り組む。
(令和3年度からは種イモの病害虫検知を実証中)

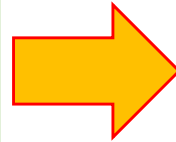
ドローンによる空撮画像解析 (中標津町)

令和元年度スマート農業実証プロジェクト(農研機構)

※資料提供 北日本スカイテック(株)

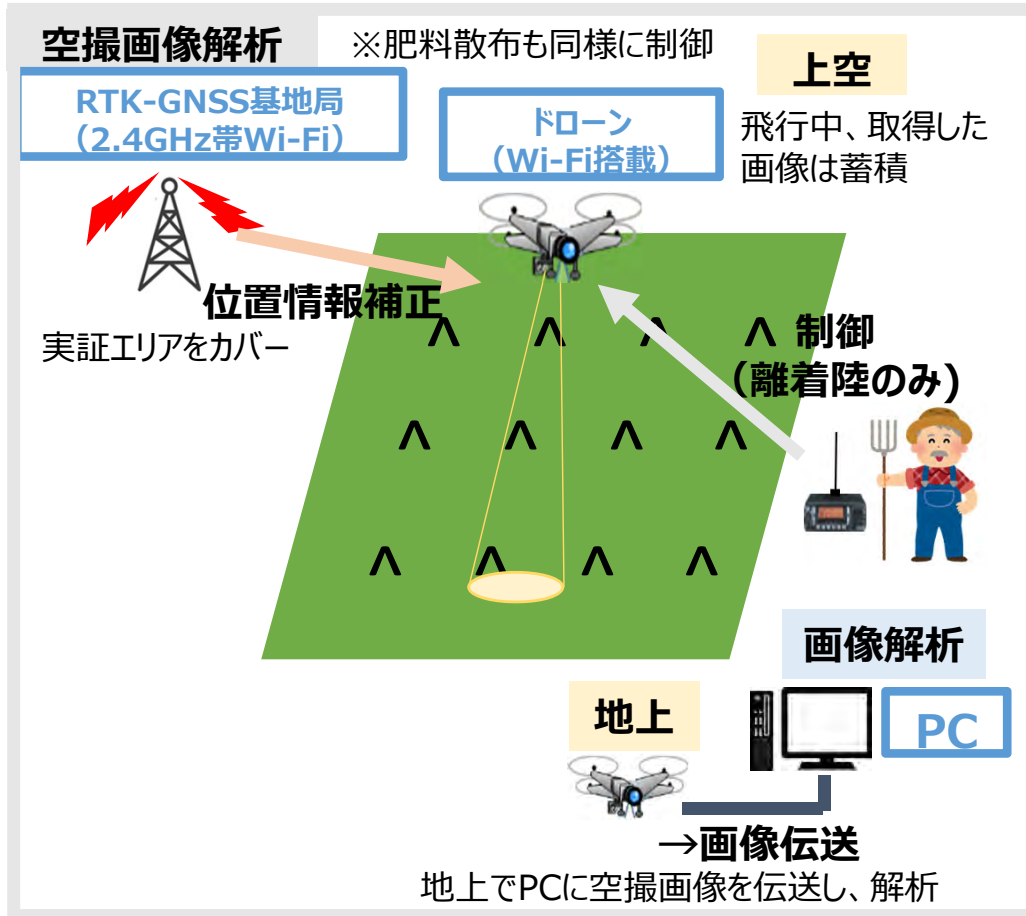
酪農現場の課題

- 圃場の大規模化
- 多頭化・高齢化
- 広大さ故の人手不足



課題解決に向けて

- ドローンを使用して圃場の育成状況を空撮画像で確認
- 空撮画像から効率の良い肥料散布により品質改善を図る
- ドローンの活用で、人手不足と作業時間の短縮を図る



実証での運用状況

RTK-GNSS 基地局 (2.4GHz帯Wi-Fi)

位置情報補正

ドローン (GNSS受信機・2.4GHz帯Wi-Fi受信機搭載)

自動飛行プログラムのアプリを搭載したスマホ (ドローン向け送信機と接続して事前にプログラムした飛行ルートを自動飛行)

2.4GHz帯Wi-Fi ドローン向け送信機 (緊急時はこちらで強制停止が可能)

	ロボット農機		ドローン		センサー	その他	
使用する機器・内容			トウモロコシの育成管理				
	キャリア4G	地域/自営 BWA	C/L 5G	LPWA	Wi-Fi	SXGP	その他
使用する無線システム					2.4GHz帯		

利用主体・利用背景・ネットワーク構成

- TMRセンターアクシス&漆原牧場（中標津町）
- TMRセンター（混合飼料を作り農家へ配送を行うセンター）で効率的に飼料生産を行い飼料自給率を高めており、重要度は一層増大している、多頭化・高齢化・人材不足が深刻となっており、酪農家はスマート農業に期待
- 2.4GHz帯Wi-Fi（RTK-GNSS基地局の位置補正信号の送信とドローンの制御用（離着陸）として使用）

利用環境

- 実証面積978ha（牧草690ha、飼料用トウモロコシ232ha、草地更新56ha）：エスコンフィールド北海道35個分
- 経産牛130頭規模
- トウモロコシ圃場の雑草状況・播種密度計測、収量予測

利用による効果

- ドローンによる肥料散布では、肥料16kgまで積載可能であり15分間の飛行が可能であった。
- 株数が平均を大きく下回る圃場が特定され、これらは「形状がいびつ」「1筆が狭い」ことが判明した。
- 圃場ごとの違いが可視化され、欠株の多い圃場の特徴と対策は、オペレーター間で情報共有が可能となった。

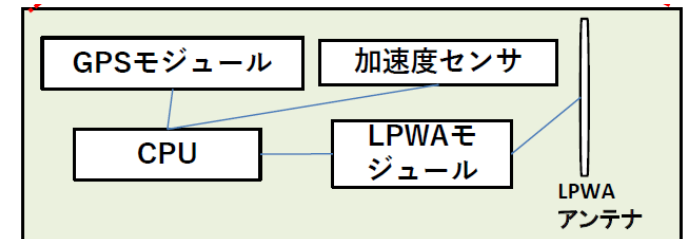
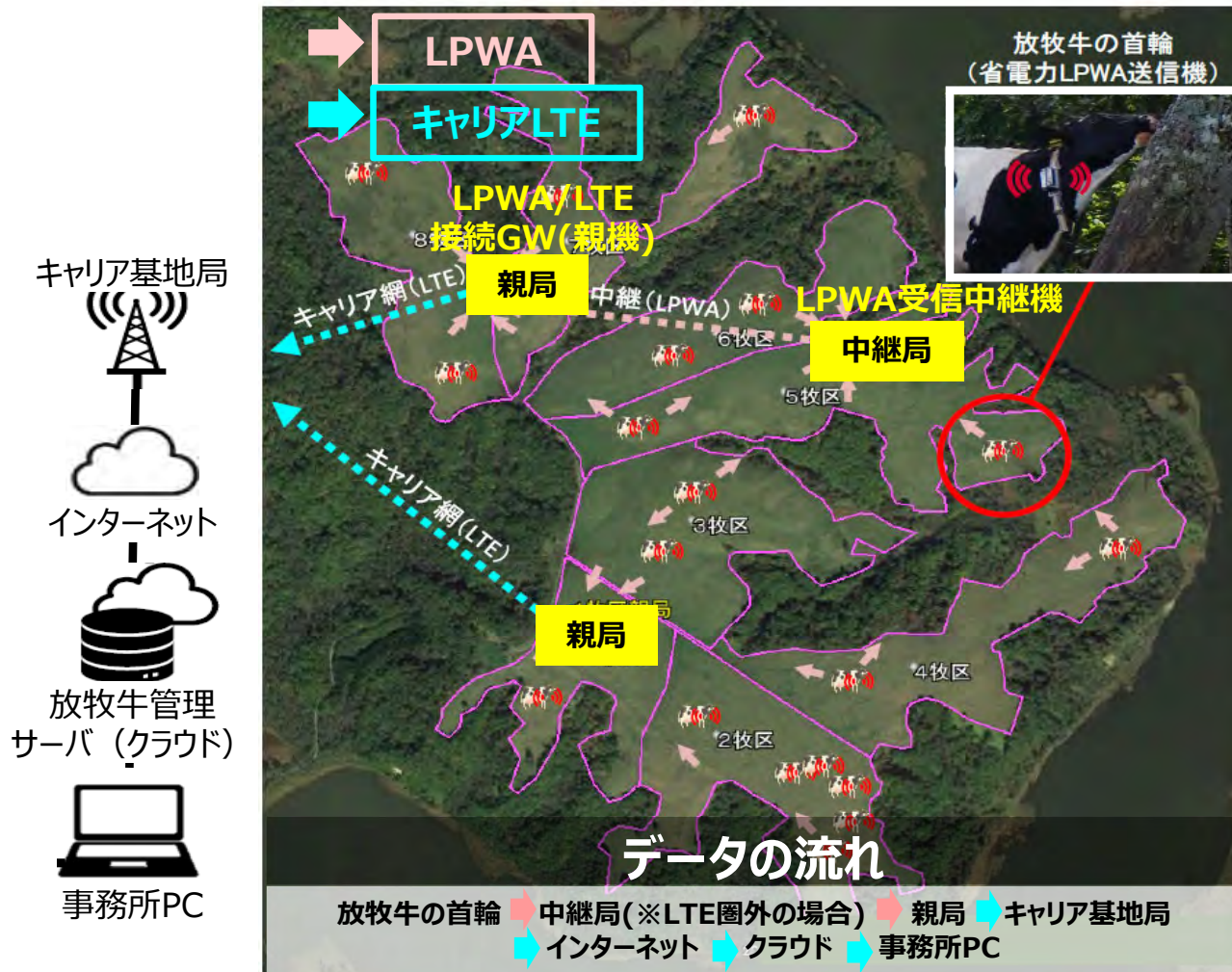
留意点

- ドローンで取得したデータを連携させるシステムの運用が必要。
- 牧草地における「ドローンに適した農薬一覧」に除草剤の登録は未だないことから、今後、各関係機関の連携が期待される。

センサーを用いた多頭数放牧牛管理 (大樹町) IoTの安心・安全かつ適正な利用環境の構築事業(総務省事業)

※資料提供 十勝農業協同組合連合会

- 敷地が広大であるため個体の管理が過重労働と慢性的な人員不足が発生しており、LPWAを用いた放牧牛の個体管理により労働環境の改善を図る。
- また、多頭数放牧牛の位置情報を中心にシステム化し、加速度センサー付省電力LPWA送信機により省電力化を図るとともに、放牧牛の健康・繁殖管理に結び付ける行動履歴をデータ化し、実用化に向けたIoTシステムの地域実証を実施する。



- GPSモジュールにて定期的に現在位置情報を取得
- 内蔵される電池の消費を抑えるために加速度センサを有し、センサが動作するまではスリープ状態
- CPUは蓄積された位置情報をLPWAモジュールを通じ放牧牛管理サーバーへ送信

	ロボット農機	ドローン	センサー	その他
使用する機器・内容			多頭数放牧牛管理	

	キャリア4G	地域/自営 BWA	C/L 5G	LPWA	Wi-Fi	SXGP	その他
使用する無線システム				LoRaWAN			

利用主体・利用背景・ネットワーク構成

- 十勝農業協同組合連合会
- 携帯電話事業者のエリア外となる広大で複雑な地形の放牧地をエリア化し、無線による放牧牛の生態管理を行い、労働者不足と労働時間の削減を図る。
- キャリア基地局を拠点として、不感となる放牧地をLPWA(LoRaWAN)基地局 2 局、中継局 1 局を設置し放牧地をネットワーク化する。

利用環境

- 公共育成牧場（十勝農協連湧洞牧場）
- 422ha：エスコンフィールド北海道15個分
- 広大が故に個体の管理の負荷が大きく、過重労働と慢性的な人員不足により牧場の存続の危機にある。

利用による効果

- 放牧牛管理システム（IoTサービス）の導入による削減効果
 【Before】頭数確認看視時間：232.5時間/年、看視作業人件費：418,500円/年
 【After】頭数確認看視時間：12.5時間/年、看視作業人件費：22,500円/年

留意点

- LPWAの規格で、LoRaとWi-SUNで比較を実施。LoRaの方が障害物等の影響がなく利用できたため、今回はLoRaを採用。
- 起伏が激しい山間地域等の地形では、机上のエリア設計は想定以上に困難。草や木の生え具合を踏まえて事前に現地測定することを推奨する。

中山間地域でのセンサーを活用しての諸課題の解決 (壮瞥町)

※資料提供 (株) I I J

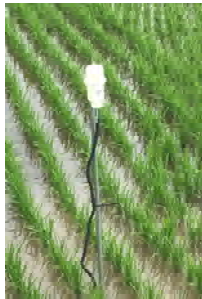
- 有珠山の温泉熱を利用した「オロフレトマト」栽培ハウスや水田の水管理などの営農データ管理の他、温泉ポンプの制御盤や鳥獣害対策、用水の監視など自治体の現場ニーズにも対応する多面的な展開を実施。
- 中山間地であることからLPWAの基地局を効率的に配置。2台の設置で町内主要エリアをカバー。

ハウス環境 モニタリング



ハウス環境モニタリング装置

水田水管理



水田センサー

気象観測

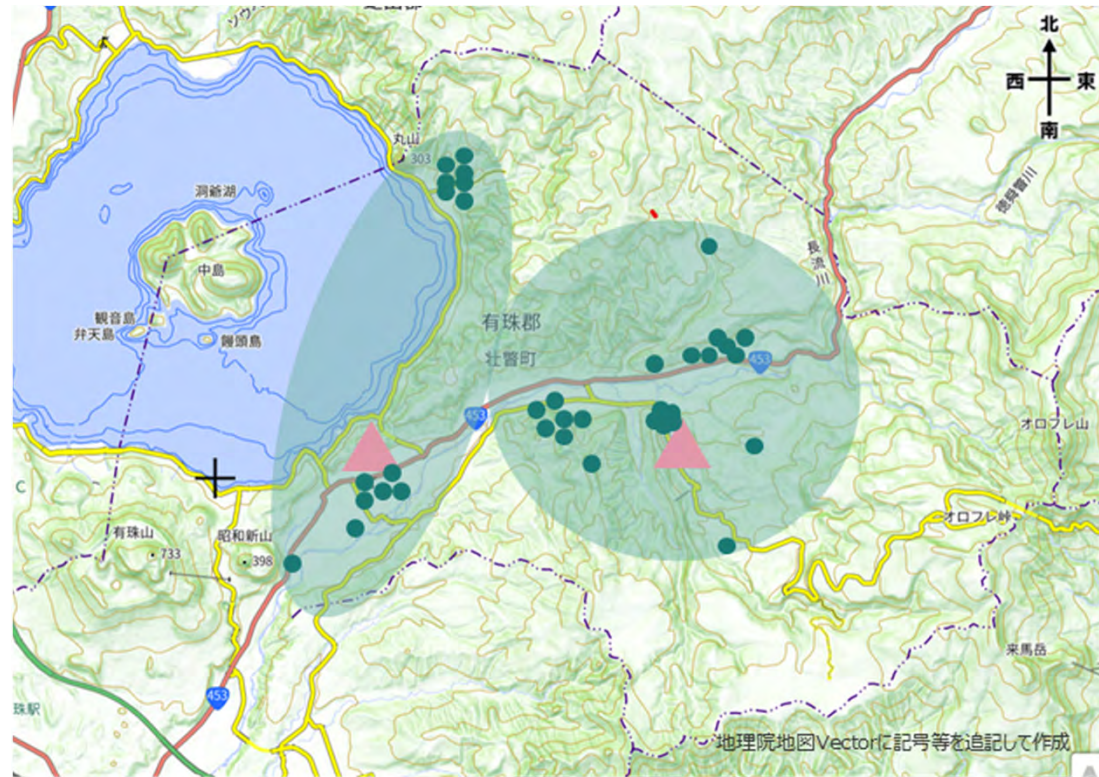


気象観測システム

鳥獣対策



囲い罠監視カメラ



● 基地局カバーエリア

基地局の設置



LoRaWAN 基地局

制御盤監視



	ロボット農機		ドローン	センサー			その他
課題解決に使用する機器				ハウス環境と水田の水管理等			
	キャリア4G	地域/自営 BWA	C/L 5G	LPWA	Wi-Fi	SXGP	その他
使用する無線システム				LoRaWAN			

利用主体・利用背景・ネットワーク構成

- 個別農家 / 自治体 (北海道壮瞥町/農林水産省 農山漁村振興交付金を活用)
- 中山間地域、小規模で多彩な農業が特徴の地域。農業の担い手が減少する中、点在する圃場の水田管理・水管理や鳥獣害対策の負荷低減、効率的なハウス栽培など多岐に渡り課題が顕在化していた。
- LPWA基地局を高台とハウス付近の2箇所に設置し、通信環境を整備。水田水位管理や気象観測システム、ハウスモニタリング装置等のデータ活用や鳥獣害検知、囲い罫遠隔監視カメラ等の活用により、自動化・省力化を目指した。

利用環境

- 水田センサー (約30台)、用水路水位センサー(2台)、罫センサー(9台)、囲い罫監視用静止画カメラ(1台)、ハウス環境モニタリング装置(2台)、ハウス温湿度センサー(18台)、気象観測システム(4台)、温泉ポンプ制御盤情報取得装置(2台)
- LoRaWAN基地局2台設置、いずれもバックホール回線としてLTE回線を利用。

利用による効果

- 各種見回りコストの削減(水田水管理、用水路監視、温泉ポンプ制御盤、鳥獣害の罫の動作確認見回り等)。
- 異常状態を検知することで農作物の被害軽減を実現。温泉ポンプの漏水や圃場の畦畔の破壊などをセンサーにより早期検知。
- 大幅な施設改修を行わず、後付方式のセンサーにより低コストで効率的な運用を実現。

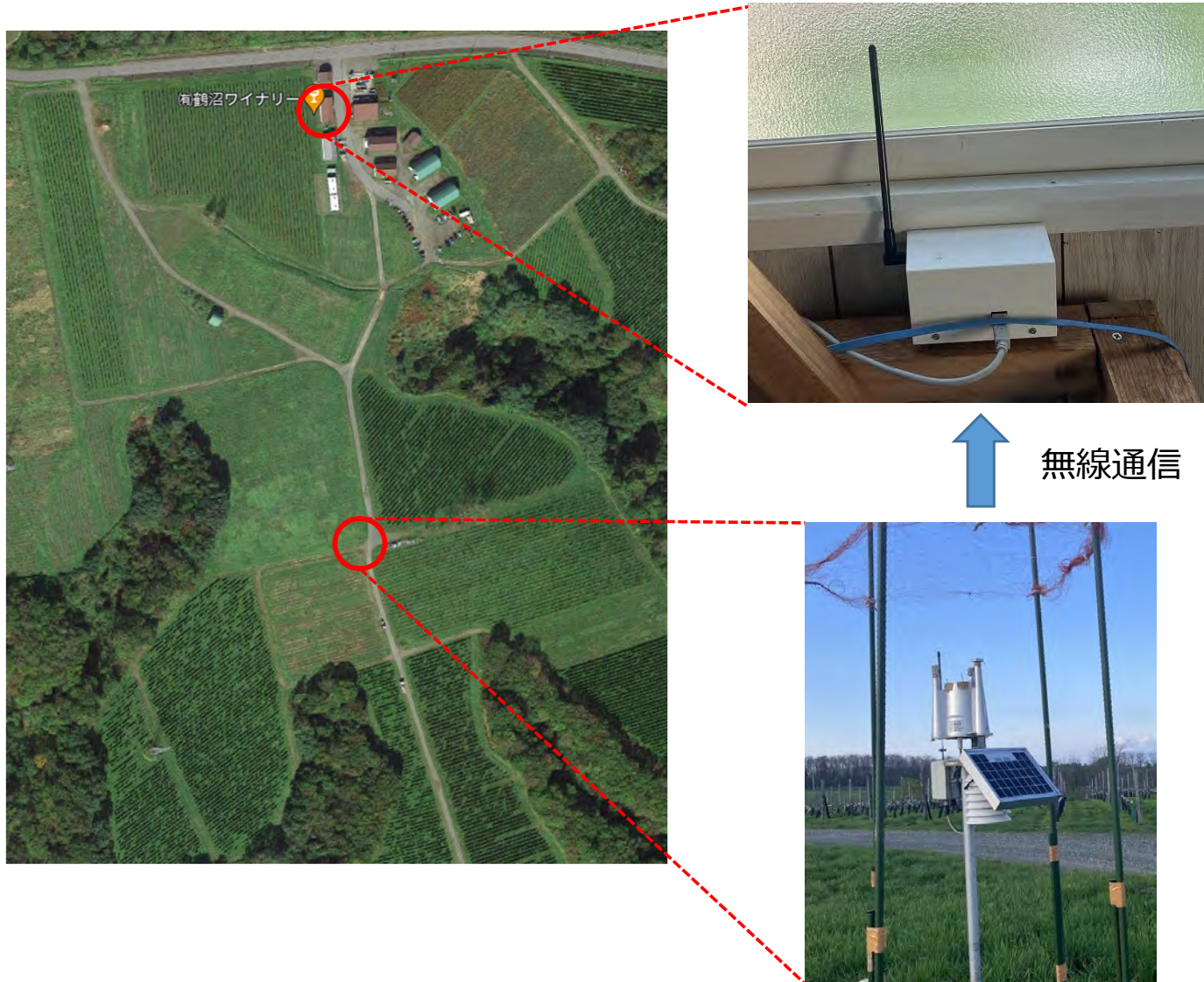
留意点

- 自治体が主体となって導入を進めている状況下において、多面的な展開モデルであることからそれらの費用対効果及び定常的なランニングコストを負担するモデルを確立していく必要がある。

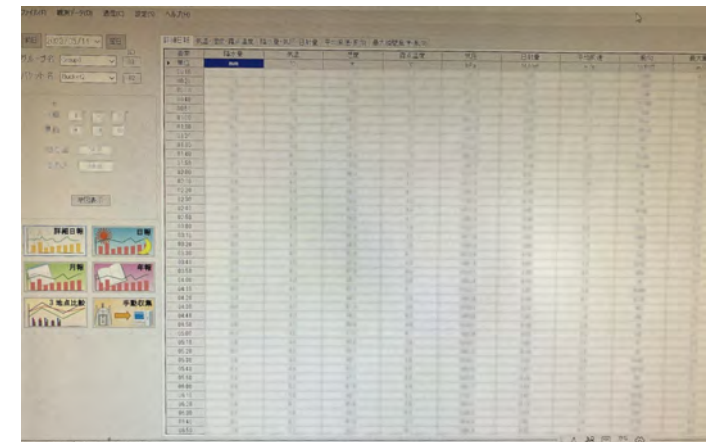
気象センサーを活用したデータの蓄積による成長と病虫害予測 (浦臼町)

※資料提供 北海道ワイン(株)

➤ 気象データを蓄積することで、年度比較を実施し、ブドウの成長予測・病虫害発生予測などに利用



PC画面で確認



- 取得データの利用
- ・データ蓄積・分析
 - ・ブドウの成長予測
 - ・病虫害発生予測

無線通信

	ロボット農機		ドローン		センサー		その他	
課題解決に使用する機器					多機能気象監視システム			
	キャリア4G	地域/自営 BWA	C/L 5G	LPWA	Wi-Fi	SXGP	その他	
使用する無線システム							特定小電力	

利用主体・利用背景・ネットワーク構成

- 農業法人（直轄農場 鶴沼ワイナリー）
- 広域農場の気象データの蓄積
- 特定小型電力無線ユニット（429MHz帯）を搭載

利用環境

- 果樹（ワイン用ブドウ）
- 広さ（447ha）エスコンフィールド北海道15個分、センサーの利用台数（1台）
- インフラ（ソーラパネルバッテリー、光ファイバ無、特定小電力無線を利用して事務所のPCを使用した情報共有）

利用による効果

- 気象データを蓄積することで、年度比較を実施。ブドウの成長予測・病虫害発生予測などに利用。
 - 気温・相対湿度・露点温度・降水量・気圧・日射量（積算値）・風速・風向の測定。

留意点

- 搭載されている無線システムの通信エリア内に測定センサーの設置が必要。
- 特定小電力無線システムでの通信エリアは広くないため、広域でのネットワーク構成では別の無線システムの検討が必要。

第4章 地域における情報通信基盤の環境整備

- 4-1 地域ニーズの現状 (1) ~ (2) … 52
- 4-2 農業分野以外での利活用の可能性 (1) ~ (4) … 54
- 4-3 情報通信基盤整備の具体化 (1) ~ (6) … 58
- 4-4 まとめ … 64

北海道の情報通信基盤を考えるにあたり、最初に考えるべきは「誰が何に必要とするものか」という点である。そもそも必要性を見出すことができない社会インフラは構築できず、仮に構築できたとしても維持が困難となる恐れがある。

では、地域ではどのような課題意識を持っているのか、「北海道デジタルインフラ整備促進協議会」が2022年度に道内自治体を対象に実施した調査結果を基に検討する。

デジタル実装の実現に向けた自治体へのニーズ調査② ポイント(総論1)

1 優先的に解決に向けた取組を進めている課題分野(複数選択)

2 そのうち、最も重視している課題分野(単一選択)

農業が複数選択・単一選択いずれも1位
単一選択ではまちづくり・医療が上位に移行

優先的 N=141
最も重視 N=135

課題分野	優先的	比率	最も重視	比率	課題分野	優先的	比率	最も重視	比率
農業	90	63.8%①	20	15.3%①	防犯	15	10.6%	0	0.0%
林業	31	22.0%	0	0.0%	地域活性化	62	44.0%⑤	9	6.9%⑤
漁業	32	22.7%	6	4.6%	文化振興	21	14.9%	0	0.0%
鉱業	1	0.7%	0	0.0%	地場産業	18	12.8%	0	0.0%
商工業	47	33.3%	0	0.0%	企業誘致	33	23.4%	4	3.1%
建設	21	14.9%	0	0.0%	移住促進	62	44.0%⑤	4	3.1%
製造	10	7.1%	0	0.0%	交通	51	36.2%	7	5.3%
観光	72	51.1%④	5	3.8%	働き方	16	11.3%	1	0.8%
娯楽	2	1.4%	0	0.0%	生活	31	22.0%	4	3.1%
医療	57	40.4%	11	8.4%③	環境対策	34	24.1%	2	1.5%
介護	50	35.5%	3	2.3%	福祉	61	43.3%	2	1.5%
教育	81	57.4%②	4	3.1%	保健・衛生	37	26.2%	1	0.8%
子育て	79	56.0%③	10	7.6%④	エネルギー	41	29.1%	5	3.8%
防災	57	40.4%	8	6.1%	まちづくり	52	36.9%	20	15.3%①
					その他※	13	9.2%	9	6.9%

黄色 : 優先的上位5項目
青 : 最も重視上位5項目

優先的に解決に向けた取組を進めている分野について、「農業」が優先度・重要度ともに最も高く、次いで「教育」や「子育て」の割合が高い。

このように、農業分野へのデジタル活用の必要性は浸透しているほか、その他の分野についても課題が山積している状況にある。

出典：令和5年4月18日付 北海道総合通信局 報道発表

それぞれの地域において環境やニーズは異なるとともに、総合戦略等に掲げている重点施策等との連動が極めて重要であることから、地域（行政）内部で俯瞰的に整理することが不可欠となることを留意が必要である。

道内基礎自治体に対するスマート一次産業アンケート調査②

(2) スマート一次産業を推進する上での課題・障害（複数選択可）

N=138

課題・障害	該当	比率
1. ITツール等の知識不足/詳しい人材の不足	87	63.0%
2. 関連事業者（相談先）の不足	25	18.1%
3. 事業者の取組への拒絶	4	2.9%
4. 農業者への支援体制の未整備	41	29.7%
5. モバイル通信網の欠如	20	14.5%
6. 区画の整備	21	15.2%
7. 電源等の確保	15	10.9%
8. GNSS等の衛星信号の受信環境	22	15.9%
9. その他地理・地形的要因	17	12.3%
10. RTK等基地局整備への金銭的課題	19	13.8%
11. 農業者の導入資金	81	58.7%
12. 地域での要望がない	18	13.0%
13. わからない	13	9.4%
14. その他	3	2.2%

【「その他」の回答内容】

- ・ 基地局設置時の費用対効果（農業者の需要が少ないため）
- ・ 可能な限り圃場の作業をロボットに任せ、その間に他の圃場で作業を行うといった農作業の更なる効率化、省力化を図るためには圃場内作業のほかに、圃場間移動（無人公道（農道）走行）が必要と考えるが、現行道路交通法や農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドラインにより実現できない。
- ・ スマート農業機械の導入にはコストがかかるが、直接生産性向上に結び付きにくい。

出典：令和5年4月18日付 北海道総合通信局
報道発表

(3) スマート一次産業の導入・拡大への支援（複数選択可）

N=130

支援	該当	比率
1. 協議会、研究会等の主催	21	16.2%
2. 研修会、相談会等の開催	15	11.5%
3. 機械（機器）の導入に対する補助	47	36.2%
4. 通信環境の調査及び整備	21	16.2%
5. 支援について検討している。	28	21.5%
6. 支援の予定は無い	44	33.8%

(4) スマート一次産業導入に伴う通信ネットワーク上の課題・要望（複数選択可）

N=92

課題・要望	該当	比率
1. RTKの設置	19	20.7%
2. モバイル通信環境（基地局不足への対応）	30	32.6%
3. 光ファイバの未整備	8	8.7%
4. 運用等に係る財源や経費等	67	72.8%
5. その他	5	5.4%

【「その他」の回答な一用】

- ・ 既存の通信網（光ファイバ等）の敷設状況が分からないため、通信環境整備に係るコストを把握できず、スマート農業推進の土台となる通信環境整備に係るコスト、及び整備の必要性が把握できず対応に苦慮している。
- ・ 中山間地にあり電波状況が悪い地域において、自動操舵の技術が活用できないことから、通信環境の改善について要望が挙がっているが、受益者が少ないことから、基地局の整備に至らない事例もあり、代替する技術が望まれる。
- ・ 有害鳥獣対策のセンサーシステム導入後に、順調に運用できるまでのバックアップ体制など
- ・ RTK整備済だが、一部、地理的要因等により受信に難がある場合がある。（GNSSの種類を増やすなど、改善に向けた対応を予定している）
- ・ RTKを設置しても携帯不感地域・地形等の阻害要因により位置情報取得精度の低下が見られるため、携帯電波受信地域の拡大についても併せて支援を検討して頂きたい。

Society5.0を迎える現在、道内では先進的な無線技術をはじめとしたデジタル技術の活用を一層推進し、本道が抱える課題を解決するとともに、様々な分野において、その取組や施策が有機的に連携し、産業競争力の抜本的な強化や地域社会の活性化、より質の高い暮らしを実現するため、「北海道Society5.0」の実現に向けた取組を官民一体となって推進している。



出典：北海道HP
「北海道Society5.0紹介オンラインパネル」

暮らしの例

- ・ 寒冷地では最も重要なライフラインの一つである「灯油配送」において、低コストなスマートセンサー×低コスト通信サービス（LPWA等）を使った効率的な灯油配送システムの実証により、灯油残量の可視化及び配送業務の効率化が図られ、道内はもとより全国でも社会実装が進んでいる。（新篠津村他（IoTを活用した農山漁村の灯油難民防止等に向けた地域実証実験））
- ・ 生活圏へのヒグマ侵入が相次ぎ、市街地等での人身事故、農林水産業被害が発生していることから、ドローン等の活用によるヒグマの追い払いに有効な方法・技術などの検証や、危険性の高い場所を重点的に監視する地点をGISを活用して抽出し、複数市町村による広域的な体制整備・連携を図るモデル事業が展開されている。（道環境生活部事業）
- ・ 高齢者の見守りや介護、訪問介護、遠隔診療等の充実に向け、IoTを活用したバイタル測定機器から得られる血中酸素濃度や心拍数等の生体情報をテレビ電話システムで確認できるようにする実証が行われ、社会実装に向けた取組が進められている。（釧路市（令和2年度北海道IoT普及推進事業））



出典：北海道HP
「令和2年度 北海道IoT普及推進事業の事業成果」

産業の例

- ・ ドローン等に搭載したレーザ計測器により、森林全体の面積を計測し、得られたデータを解析することで、森林資源量の把握や効果的・効率的な森林管理に向けた取組が進められている。(道水産林務部事業)
- ・ 生産量が減少しているコンブの増大に向け、ドローンの空撮画像からコンブ漁場を把握する画像解析技術を開発し、漁場の有効活用や効果的な管理を促進する取組が進められている。(道水産林務部事業)
- ・ キッチンカーにスマホ・タブレットを装備し、位置情報をマップ上に展開することで、キッチンカーのリアルタイム情報を把握する実証が行われ、キッチンカーの検索サイトの登録店数が開設時の7倍に増えるなど、効果的な消費者のテイクアウト需要の取り込みや観光促進に期待されている。(札幌市 令和2年度北海道IoT普及推進事業)



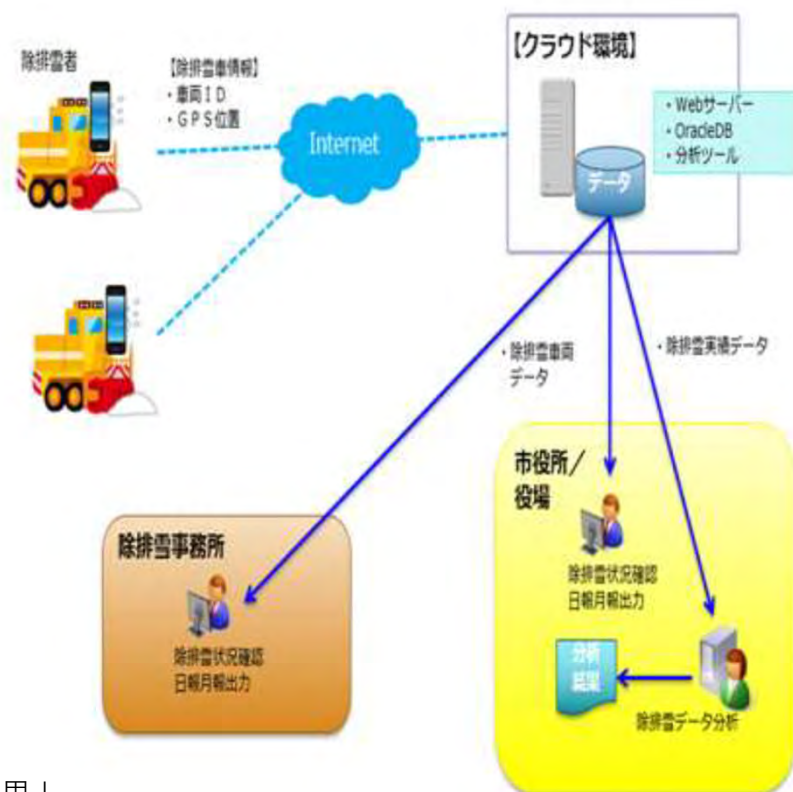
出典：北海道HP 北海道Society5.0事例集
(札幌市・IoTによる飲食業、食品製造業と市民との情報マッチング事業)

行政の例

・ 物流や災害対応、インフラ点検等、様々な分野で活用が広がるドローンについて、道内での通年での社会実装を促進するため、積雪寒冷条件下における実証やガイドラインが整備され、冬期の使用方法の周知や積雪寒冷に対応した機体開発の促進に向けた取組が進められている。(積雪寒冷条件下におけるドローン活用実証事業)



・ GPS端末の活用により、除雪車両のリアルタイムな位置情報の確認や稼働管理の適正化、日報作成業務の負担軽減が可能となり、広く道内への展開が図られている。(留萌市他 (令和2年度北海道IoT普及推進事業の実施額一覧))



出典：北海道HP
「令和2年度 北海道IoT普及推進事業の事業成果」

ここまで、農業分野における利活用や社会生活の利便性向上等を考察してきたが、特に、スマート農業など農業分野における利活用の実装においては、先行する事例が示すように、地域内での農業関係団体による連携が重要と考えられる。

一方、具体化に不可欠となる情報通信基盤に関しては、農業関係団体のみでの検討は困難であり、仮に情報通信基盤を整備するとなった場合、活用が農業に限定されてしまい、維持コスト（ランニングコスト）を受益者が全て負担すべきとなる可能性が出てしまい、結果として議論が停滞してしまう恐れがあり、行政組織内の他の部署等との政策的連携も不可欠となる。

「デジタル田園都市国家構想」に示されるように、デジタル技術利用によるSustainabilityとWell-beingを目指す現在、特定目的の担当部局で整理を進めるのではなく、組織を横断する形で議論を重ねることが結果として最適化が図られるものと考えられる。

Point

- ・ スマート農業の実装には生産者をはじめ地域内での関係者の方向性共有が重要
- ・ 具体化に必要な地域内情報通信基盤については、農業施策担当部局だけではなく、組織を横断する形での協働検討体制が有効

例

農業担当：地域農業の持続性確保に必要な基盤環境

地域振興担当：他分野（教育、医療、防災など）の活用検討、総合戦略など地域振興計画への反映、予算措置

情報通信担当：情報通信基盤整備・運用の最適化検討

デジタル田園都市国家構想の取組イメージ全体像



例) 岩見沢市のコンセプト

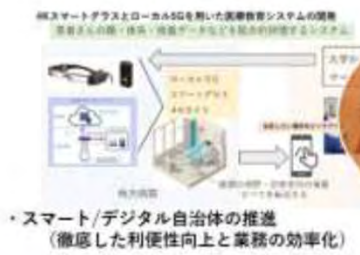
地域DXの推進

デジタル田園都市国家構想実現会議における岩見沢市発表資料より

デジタル技術を用いて地域社会を変えていく



- ・ 農農業経済分析や土壌解析などデータ駆動型農業の実践
- ・ スマート農業の社会実装 (ビッグデータ解析によるスケジュール最適化)
- ・ 在宅就業ビジネスのさらなる普及促進
- ・ DX関連企業誘致



市民が「デジタルを使いたい」と感じる事が大切
 ~使いたいと思った時に「出来る(使える)環境」を構築し、利活用の深化と他地域への横展開を推進~

地域内での検討 ～伴走支援の活用～

地域内で検討を実施するにあたっては、「自分ごと」として課題を認識し、特定の事業者に依存するのではなく解決に向けた手法を探求すること重要となる。

しかしながら、日々変化する技術環境を的確に捉え、かつ、整備手法や維持の最適化を含めて検討を行うのは専門的知識が必要であるため難易度が高い。

ケーブルテレビ事業者など地域内に関連企業が所在する場合、積極的に連携すべきであり、また、総務省や農林水産省が進める支援制度（いわゆる伴走支援）の活用も有効であると考えられる。

地域における情報通信基盤確保のステップ

Step1.基盤確保に向けた方針や構想の検討

地域課題、利活用ニーズの把握
 課題解決の手法の検討
 地域内での利活用意識の醸成（先行地域を参考に）
 体制づくり

Step2.基盤確保に向けた計画策定

必要とする情報通信環境の整理（及び事業者による環境構築の可能性検討）
 独自整備に向けた調査・設計
 効率効果的な整備・運用手法の整理

Step3.基盤整備運用

支援制度活用 総務省、農林水産省、内閣官房など

各種伴走支援制度を活用

総務省：地域情報化アドバイザー
 農林水産省：農業農村情報通信環境整備準備会
 北海道：スマート農業推進協議体

具体的な伴走支援 ～総務省～

地域情報化アドバイザー派遣制度（ICT人材派遣制度）

地域情報化アドバイザー派遣制度について

総務省では、情報通信技術（ICT）やデータ活用を通じた地域課題解決に精通した専門家に「地域情報化アドバイザー」を委嘱し、地方公共団体等からの求めに応じて派遣することで、ICT利活用に関する助言等を行う事業を平成19年度から実施しています。専門家の旅費・謝金に係る申請者のご負担ゼロで、1回の派遣申請につき最大3日まで派遣できます（Skype等によるオンライン会議による支援のみの場合は日数問わず合計10時間まで）。

4月17日（月）より派遣申請の受付を開始しました。

申請方法

提出書類

現地派遣を含む場合：[令和5年度地域情報化アドバイザー派遣申請書](#)
 オンラインのみの場合：[令和5年度地域情報化アドバイザー派遣申請書（オンライン用）](#)

提出先

地域情報化アドバイザー事務局
info/atmark/r-ict-advisor.jp
 ※提出の際は「/atmark/」を「@」に変換して送信してください。

申請マニュアル

[令和5年度地域情報化アドバイザー派遣申請マニュアル](#)

支援の流れ

アドバイザーの紹介

地域情報化アドバイザーは、ICTを利活用した地方公共団体等に対する豊富な支援実績や知見を持つ、総務省が認定した専門家です。令和5年度は総勢196名に委嘱しており、その中にはオープンデータ、自治体システム、テレワーク、セキュリティ等、多様な分野を専門とするアドバイザーがいます。



※申請主体は、地方公共団体、地方公共団体から推薦を受けた団体等に限りま

※派遣回数等に制限があります



具体的な伴走支援 ～農林水産省～

水田の水管理自動化
 ○ 情報通信についてよく分からない
 ○ ICTを活用して地域課題を解決したい
 などで お困りの方は、

【資料1】 AIを活用した鳥獣被害対策

準備会が無償でお手伝いできます！

農機自動走行
 農業水利施設の遠隔監視・制御

- ICTを活用するための情報通信環境の整備※に取り組もうとする地域は、**官民連携の推進組織の「準備会（正式名称：農業農村情報通信環境整備準備会）」が事業化に向けてサポート**します。
- 準備会に入会すると、**各種イベントへの参加や個別地区支援**が受けられます。
- 手続きは**申込書の提出のみ**でとても簡単です。 ※光ファイバや無線基地局を設置し、ICTを活用した取組を可能とする一連の取組

「準備会」の概要

- ◆ **準備会サポート会員・・・全76団体（令和5年6月時点）**
 民間事業者（通信事業者、機器メーカー、コンサルタント等）：65社
 先進地方自治体：4自治体、その他団体等：7団体



◆ 活動内容

<普及・啓発>

- ・ウェブサイトによる情報発信 ・オンラインセミナー
- ・先進地区の視察支援 ・情報提供（技術情報、地区事例等）

<個別地区支援>

- ・方針・体制づくりサポート
 ワークショップへの専門家派遣、方向性の検討・体制づくり支援
- ・調査・計画策定サポート
 最適な情報通信環境整備の提案
- ・補助事業申請サポート
 事業内容、要件、手続き等の説明、事業計画書等の作成アドバイス



申込み方法

申込書を**準備会事務局（nntsushin_jyunbikai@maff.go.jp）**までご提出ください。
【個別地区支援申込み期限】：令和5年7月7日（金） 予定地区数：全国で30地区程度
 ※入会のみは随時受付ています。

壮瞥町の活用例 ※

- > 有珠山の温泉熱を利用した「オロフレトマト」栽培ハウスや水田の水管理などの営農データ管理の他、温泉ポンプの制御盤や鳥獣害対策、用水の監視など自治体の現場ニーズにも対応する多面的な展開を実施。
- > 中山間地であることからLPWAの基地局を効率的に配置。2台の設置で町内主要エリアをカバー。

ハウス環境モニタリング
 水田水管理
 基地局の設置
 気象観測
 鳥獣対策
 制御盤監視

LoRaWAN 基地局
 基地局カバーエリア

課題解決に使用する機器	ロボット農機		ドローン		センサー		その他
	キャリア4G	地域/自営BWA	C/L 5G	LPWA	Wi-Fi	SXGP	その他
使用する無線システム				LoRaWAN			

利用主体・利用背景・ネットワーク構成

- 個別農家 / 自治体（北海道壮瞥町/農林水産省 農山漁村振興交付金を活用）
- 中山間地域、小規模で多彩な農業が特徴の地域。農業の担い手が減少する中、点在する圃場の水田管理・水管理や鳥獣害対策の負荷低減、効率的なハウス栽培など多岐に渡り課題が顕在化していた。
- LPWA基地局を高台とハウス付近の2箇所に設置し、通信環境を整備。水田水位管理や気象観測システム、ハウスモニタリング装置等のデータ活用や鳥獣害検知、囲い農遠隔監視カメラ等の活用により、自動化・省力化を目指した。

利用環境

- 水田センサー（約30台）、用水路水位センサー（2台）、震センサー（9台）、囲い農監視用静止画カメラ（1台）、ハウス環境モニタリング装置（2台）、ハウス温湿度センサー（18台）、気象観測システム（4台）、温泉ポンプ制御盤情報取得装置（2台）
- LoRaWAN基地局2台設置、いずれもバックホール回線としてLTE回線を利用。

利用による効果

- 各種見回りコストの削減（水田水管理、用水路監視、温泉ポンプ制御盤、鳥獣害の罌の動作確認見回り等）。
- 異常状態を検知することで農作物の被害軽減を実現。温泉ポンプの漏水や圃場の畦畔の破壊などをセンサーにより早期検知。
- 大幅な施設改修を行わず、後付方式のセンサーにより低コストで効率的な運用を実現。

留意点

- 自治体が主体となって導入を進めている状況下において、多面的な展開モデルであることからそれらの費用対効果及び定常的なランニングコストを確保していく必要がある。

地域における情報通信基盤の環境整備に関するまとめ

北海道全体が人口減少や少子高齢化、産業の空洞化など大きな課題に直面している現在、情報通信技術の重要性はますます高まってきている。

政府としても「デジタル実装を通じて地方が抱える課題を解決し、誰一人取り残されずすべての人がデジタル化のメリットを享受できる心豊かな暮らしを実現する」というデジタル田園都市国家構想を2021年に掲げ、「全国どこでも誰もが便利で快適に暮らせる社会」を目指す施策を網羅的に展開しているところである。

このような中、情報通信環境を用いながら、デジタルの力を全面的に活用し「地域の個性と豊かさ」を生かしつつ、「心豊かな暮らし」(Well-being)と「持続可能な環境・社会・経済」(Sustainability)の実現を目指す取組みの社会実装が急がれており、そのベースとなる情報通信環境の最適化は重要である。

当ハンドブックは「農業」を中心に構成しているが、農業単独での利用では経済性の観点から見ても整備運用が厳しく、防災や医療など情報通信技術の特性を活かした複合的活用を模索すべきと考える。

その際、重要なのは地域が「自分ごと」として捉え、地域住民の幸福度や持続性確保に向けた社会基盤の在り方について自らが積極的に考えることである。先行する地域を行政や生産者、関係団体が訪問し議論を深め、自らの地域の基盤整備を開始したケースも発現してきているなど、地域住民・行政の意識醸成が重要である。

なお、具体的な取組を開始する際には、総務省をはじめとする各種支援制度（伴走支援）の活用も有効であるため、検討いただければ幸いである。

第5章 無線システム導入のための手続等

5 - 1	ロボットトラクタを使用する場合における無線局等の手続きの概略	… 6 6
5 - 2	ドローンを使用する場合における無線局等の手続きの概略	… 6 7
5 - 3	センサーを使用する場合における無線局等の手続きの概略	… 6 8
代表的な分類における各手続き等		
5 - 4	電波法に基づく無線局申請手続き	… 7 0
	① 無線方式別、② 免許申請、③ 登録申請、	
	④ 実験試験局、⑤ リース・レンタル・共用	
5 - 5	地域／自営等 BWA に係る注意事項	… 7 5
5 - 6	ドローン・ロボットトラクタ関連の注意事項	… 7 6
5 - 7	Wi-Fi (5.2GHz帯) の屋外利用	… 7 7
5 - 8	無線従事者の免許	… 7 8
5 - 9	無線局免許申請等の手数料	… 7 9
5 - 10	電波利用料	… 8 0
5 - 11	無線局の免許・登録後の手続き等	… 8 1
5 - 12	無線局の開設に係る申請・相談窓口	… 8 2

ロボットトラクタ 利用シーン



想定ユーザー

個別農家

自治体

農業団体

無線で扱う情報	無線システム選択肢	無線局免許
映像情報	キャリア5G	不要
	ローカル5G	必要
	キャリア4G/LTE	不要
	BWA	必要
	Wi-Fi	不要
制御情報 (発進・停止)	キャリア5G	不要
	ローカル5G	必要
	キャリア4G/LTE	不要
	BWA	必要
	Wi-Fi	不要
位置情報 (補正)	キャリア4G/LTE	不要
	簡易無線・業務用無線	必要

無線を使うには、
免許が2種類必要

無線局の免許
(無線設備)

操作者の免許
(無線従事者資格)

◆「第3級陸上特殊無線技士」以上の無線従事者資格が必要です。

- 資格の取得には
- ①「無線従事者国家試験」に合格
 - ②「無線従事者養成課程」を受講する方法等があります。

→ p 7 8 [無線従事者の免許]参照

簡易無線には登録局もあります。

無線局免許申請

書面申請 または 電子申請

電子申請は、24時間365日申請可能です

申請手数料

無線設備の種類によって異なります。
書面申請より電子申請の方がお得です。
→ p. 7 9 [無線局免許申請等の手数料]参照

免許取得までの期間

簡易無線局、業務用無線局の場合は、
おおむね1か月程度です。
このマークがついていると
検査が省略されます。



<技適マーク>

電波利用料

免許取得後、1年間ごとに電波利用料が必要です。
携帯局の場合、400円

無線局登録申請

書面申請 または 電子申請

電子申請は、24時間365日申請可能です

申請手数料

1局のみの場合、2,300円 (1,700円)
2局以上の場合は、包括登録 2,900円 (2,150円)

登録までの期間

不備がなければ、15日程度

電波利用料

登録後、1年間ごとに電波利用料が必要です。
携帯局の場合、400円

ドローン 利用シーン



想定ユーザー

個別農家

自治体

農業団体

無線で扱う情報	無線システム選択肢 →第2章 2-7 (p65)	無線局免許
制御情報	キャリア4G/LTE	不要
	Wi-Fi	
	微弱無線	
	特定小電力無線	
映像情報	無人移動体画像伝送システム	必要
	キャリア4G/LTE	不要
	Wi-Fi	
データ情報 (テレメトリ情報等)	無人移動体画像伝送システム	必要
	キャリア4G/LTE	不要
	Wi-Fi	
位置情報 (補正)	無人移動体画像伝送システム	必要
	キャリア4G/LTE	不要

無線を使うには、
免許が2種類必要

無線局の免許
(無線設備)

+

操作者の免許
(無線従事者資格)

◆「第3級陸上特殊無線技士」以上の無線従事者資格が必要です。

- 資格の取得には
- ①「無線従事者国家試験」に合格
 - ②「無線従事者養成課程」を受講する方法等があります。

→ p 7 8 [無線従事者の免許]参照

無線局免許申請

書面申請 または 電子申請

電子申請は、24時間365日申請可能です。

申請手数料

無線設備の種類によって異なります。
書面申請より電子申請の方がお得です。
→ p. 7 9 [無線局免許申請等の手数料]参照

免許取得までの期間

簡易無線局、業務用無線局の場合は、
おおむね1か月程度です。
このマークがついていると
検査が省略されます。

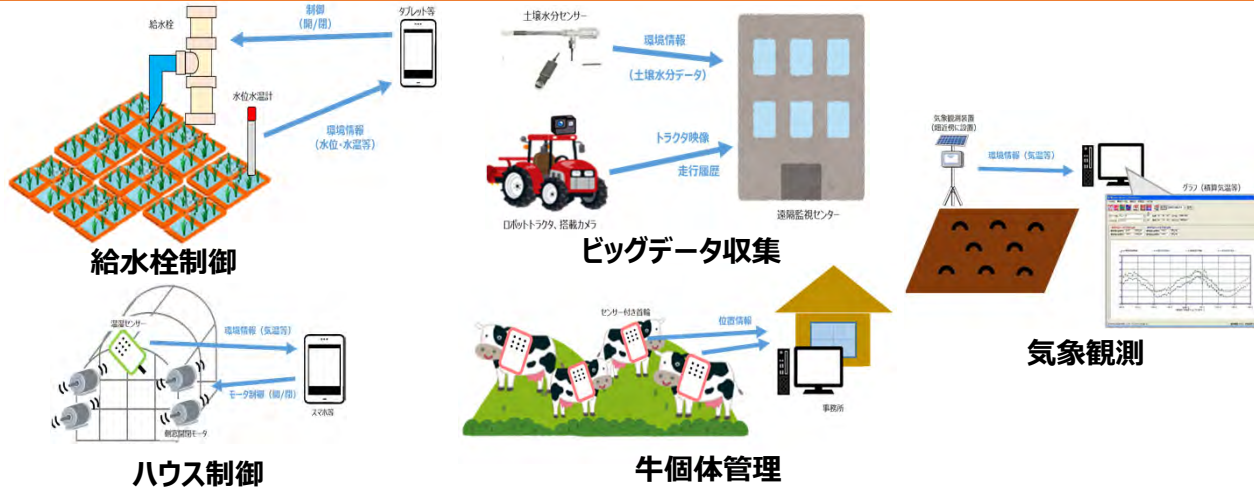


<技適マーク>

電波利用料

免許取得後に毎年、電波利用料
が必要です。
一括納付も可能です。
携帯局の場合 400円

センサー 利用シーン



想定ユーザー

個別農家

自治体

農業団体

無線で扱う情報

無線システム選択肢

無線局免許

無線を使うには、免許が2種類必要

無線局の免許 (無線設備)

操作者の免許 (無線従事者資格)

簡易無線には登録局もあります。

◆「第3級陸上特殊無線技士」以上の無線従事者資格が必要です。

- 資格の取得には
- ①「無線従事者国家試験」に合格
- ②「無線従事者養成課程」を受講する方法等があります。

→ p 7 8 [無線従事者の免許]参照

環境情報
(水位・水温、土壌水分、気温等)

制御情報
(給水栓開閉、側窓開閉)

位置情報

キャリア5G

不要

ローカル5G

必要

キャリア4G/LTE

不要

BWA

必要

簡易無線局

必要

LPWA

不要

Wi-Fi

不要

無線局免許申請

書面申請 または 電子申請

電子申請は、24時間365日申請可能です

申請手数料

無線設備の種類によって異なります。書面申請より電子申請の方がお得です。
→ p. 7 9 [無線局免許申請等の手数料]参照

免許取得までの期間

簡易無線局、業務用無線局の場合は、おおむね1か月程度です。このマークがついていると検査が省略されます。



<技適マーク>

電波利用料

免許取得後、1年間ごとに電波利用料が必要です。携帯局の場合、400円

無線局登録申請

書面申請 または 電子申請

電子申請は、24時間365日申請可能です

申請手数料

1局のみの場合、2,300円 (1,700円)
2局以上の場合は、包括登録 2,900円 (2,150円)

登録までの期間

不備がなければ、15日程度

電波利用料

登録後、1年間ごとに電波利用料が必要です。携帯局の場合、400円

代表的な分類における各手続き等

5 - 4	電波法に基づく無線局申請手続き		5 - 6	ドローン・ロボットトラクタ関連の注意事項	… 7 6
	① 無線方式別	… 7 0	5 - 7	Wi-Fi (5.2GHz帯) の屋外利用	… 7 7
	② 免許申請	… 7 1	5 - 8	無線従事者の免許	… 7 8
	③ 登録申請	… 7 2	5 - 9	無線局免許申請等の手数料	… 7 9
	④ 実験試験局	… 7 3	5 - 10	電波利用料	… 8 0
	⑤ リース・レンタル・共用	… 7 4	5 - 11	無線局の免許・登録後の手続き等	… 8 1
5 - 5	地域／自営等 BWA に係る注意事項	… 7 5	5 - 12	無線局の開設に係る申請・相談窓口	… 8 2

無線システムを利用するためには、基本的に総務大臣（委任を受けた総合通信局長）に申請し、無線局免許を受ける必要がありますが、無線システムによっては登録手続きによるものや、手続きが不要なものがあります。

各無線方式ごとの免許制度

免許

- ✓ 標準処理期間は、1～1.5ヶ月
- ✓ 無線局運用者が免許手続き

ローカル5G

地域/自営等BWA

RTK-GNSS基地局
(各種業務用無線局)

ドローン
(無人移動体画像伝送システム)

RTK-GNSS基地局 (簡易無線局)
免許/登録の区分
<https://www.soumu.go.jp/soutsu/hokkaido/E/cr/dwn10.htm>

登録※1

- ✓ 標準処理期間は、0.5ヶ月。
- ✓ 無線局運用者が登録手続き

Wi-Fi
(5.2GHz帯高出力データ通信システム)

免許・登録不要※1、2

- ✓ 手続き無しで使用可能。

ドローン
(微弱無線、特定小電力、Wi-Fi)

Wi-Fi
(小電力データ通信システム)

LPWA

<無線従事者の要否>

- ✓ 第3級陸上特殊無線技士
(簡易無線局は不要)
- ✓ 無線局運用者が無線従事者を選任

- ✓ 第3級陸上特殊無線技士
(簡易無線局は不要)
- ✓ 無線局運用者が無線従事者を選任

- ✓ 無線従事者不要

- ※1 無線機器の技術基準適合証明マーク（技適マーク）を確認してください。（必須）
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/equ/tech/index.htm>
- ※2 微弱無線は微弱無線適合マーク（ELPマーク）を確認してください。（推奨）
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/ref/material/rule/>

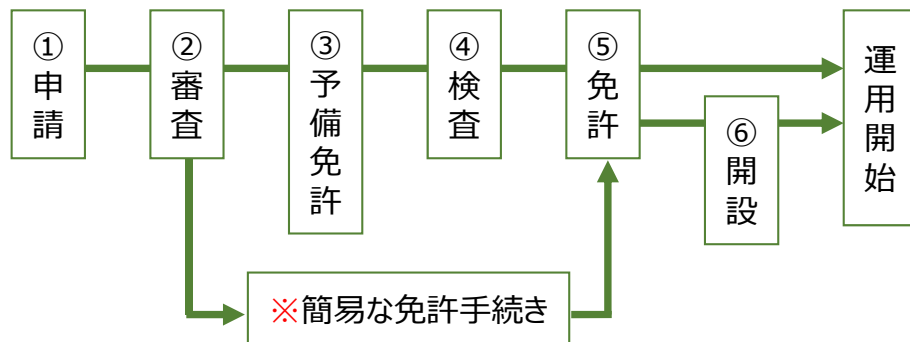


<技適マーク>



<ELPマーク>

無線局免許申請手続きの流れは以下のとおり。



※簡易な免許手続き 無線設備が技術基準適合証明
機器の場合は、予備免許、検査は省略。



＜技適マーク＞

＜無線局開局の手続き・検査（総務省 電波利用ホームページ）＞
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/proc/index.htm>

＜陸上関係無線局に関する手続きについて（北海道総合通信局）＞
<https://www.soumu.go.jp/soutsu/hokkaido/E/tetuzuki/index.htm>

① 申請

無線局の開設目的、設置場所、周波数、使用する無線設備の
工事設計などを記載した申請書・添付資料を提出

② 審査

提出された申請書類は、総務省（総合通信局）で審査を行う。
審査事項はおおむね次のとおり。

- ▶ 工事設計が電波法に定める技術基準に適合すること。
- ▶ 周波数の割当が可能であること。
- ▶ 総務省令で定める無線局の開設の根本的基準に合致すること。

③ 予備免許

審査の結果、電波法令に適合している場合は、予備免許が与え
られる。

④ 検査

予備免許を受けた申請者は、無線設備の工事が落成したときは、
「落成届」を総合通信局に提出し、落成検査を受ける。
なお、登録検査等事業者制度を利用すると、検査一部省略。

⑤ 免許

検査合格した場合、簡易な免許手続きによって検査省略された場合
は、免許状が交付される。免許には有効期間がある。

- ▶ 簡易無線局等は免許の日から5年。
- ▶ 各種業務用無線局等は、4年を超え5年以下の5月31日まで。

⑥ 開設

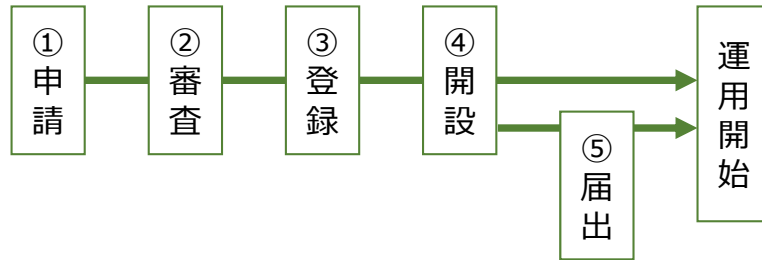
包括免許の無線局の運用開始後、運用開始届を提出し、月末の局数
を翌月15日までに開設無線局数届出を提出。その後、毎年免許の日
と同じ月日のある月と、増減のあった月に同様に開設無線局数届出を提出。

無線従事者の選任

無線局を運用する前に無線従事者を選任し、無線従事者選任届を
提出してください。

無線局登録申請手続きの流れは以下のとおり。

個別登録は1局ごとに申請。包括登録は同一規格の無線設備で登録局を2以上開設する場合にまとめて申請可能。



登録局は、無線設備が技術基準適合証明機器であることが必須条件です。



〈技適マーク〉

〈無線局開局の手続き・検査（総務省 電波利用ホームページ）〉
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/proc/index.htm>

〈陸上関係無線局に関する手続きについて（北海道総合通信局）〉
<https://www.soumu.go.jp/soutsu/hokkaido/E/tetuzuki/index.htm>

① 申請

無線局の開設目的、設置場所、周波数、使用する無線設備の工事設計などを記載した申請書・添付書類を提出

② 審査

提出された申請書類は、総務省（総合通信局）で審査を行う。審査事項はおおむね次のとおり。

- 無線設備の設置場所（移動する無線局にあっては移動範囲）が総務省令に定める区域内であること。
- 重要な事項について虚偽の記載がないこと。また、重要な事実の記載が欠けていないこと。

③ 登録

審査の結果、電波法令に適合している場合は、登録状が交付される。登録には有効期間がある。

- 簡易無線局は登録の日から5年。

④ 開設

無線設備の設置工事を行い、無線従事者を選任。

⑤ 届出

包括登録を受けた場合は、無線局を開設した都度、使用する無線設備の工事設計などを記載した開設届出書を、開設の日から起算して15日以内に提出。

無線従事者の選任

無線局を運用する前に無線従事者を選任し、無線従事者選任届を提出してください。

無線システムの導入にあたり、事前に電波伝搬調査（実際に電波を発射して必要なエリアを確保するための無線局の設置場所や仕様などを検討するための調査）を行う場合、実験試験局の開設が可能です。手続きは「4-1 ② 免許申請」と同様で、標準処理期間は1～1.5ヶ月。

※ 実験試験局とは、「科学若しくは技術の発達のための実験、電波の利用の効率性に関する試験又は電波の利用の需要に関する調査を行うために開設する無線局であって、実用に供しないもの」

新たな技術開発や製品開発、海外製品の国内導入のための実験、試験、調査を行うために実験試験局を開設する場合には、以下の制度が利用可能です。

【一般制度：実験試験局】

すでに実用化されている無線局の基準（電波法関係審査基準）の範囲外の場合、審査に時間を要するため、標準処理期間は6ヶ月。

<<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/exp/index.htm>>



【特定実験試験局制度】

告示で定める特定の周波数、空中線電力や使用地域が対象。告示は、利用者ニーズを反映して年に一回程度改正。標準処理期間は2週間。

<<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/spexp/index.htm>>



【技適未取得機器による実験に係る特例制度】

外国の認証を受けているWi-FiやBluetooth等、技適を取得していれば免許不要になる無線設備で告示で定めるもの、又はLTE、4G、5G等の携帯電話に係るものが対象。

<<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/exp-sp/index.htm>>

届出

<即日運用可能：最長180日間の運用>

無線システムをリース・レンタル会社等から借りる場合、複数人で共用する場合の注意事項は以下のとおり。

免許局

<リース・レンタル>

免許が必要な無線システムについては、一時的に借りる場合であっても、運用者が無線局免許を取得する必要がある。

<団体共用>

農業協同組合及び農業法人等の団体が無線局免許を取得して、構成員が運用する場合。

<複数人の共用>

複数の個人が共同で利用する場合は、各個人が無線局免許を取得する（無線設備を共用するため、最初の一人以外は検査を省略。）、若しくは、利用者の団体を作り、無線局免許を取得する。

登録局

<リース・レンタル>

登録が必要な無線システムについては、一時的に借りる場合、リース・レンタル会社が手続き（無線局の登録手続き、無線局運用特例届出書の提出など）を行うことにより、運用者の登録手続きは不要。（電波法第70条の9）

<団体共用>

農業協同組合及び農業法人等の団体が無線局免許を取得して、構成員が運用する場合。

<複数人の共用>

複数の個人が共同で利用する場合は、各個人が無線局登録を行うか、又は<リース・レンタル>の手続きによる。

地域BWA

1. 電気通信事業者であること。(予定含む)
2. 地域BWAの活用による市町村と連携した地域の公共の福祉の増進に寄与するサービス計画を有すること。
3. 隣接周波数帯を使用する全国BWA事業者と調整すること。
4. 以下に該当する場合、既存の地域／自営等BWA免許人と調整すること。
 - ・申請者のカバーエリアと既存免許人の調整対象区域が重複する場合。
 - ・申請者の調整対象区域と既存免許人のカバーエリアが重複する場合。

<地域BWA推進協議会>

<http://www.chiiki-wimax.jp/>

カバーエリア：基地局と陸上移動局との間で通信が可能な区域

調整対象区域：カバーエリア周辺の区域であって他の地域／自営等BWA無線局との間で有害な混信を回避するために調整の要否を判断するための区域

<電波法関係審査基準 別紙2 無線局の目的別審査基準／第2 陸上関係／1 電気通信業務用
／(19) 地域広帯域移動無線アクセスシステムの無線局>

自営等BWA

1. 隣接周波数帯を使用する全国BWA事業者と調整すること。
2. 以下に該当する場合、既存の地域／自営等BWA免許人と調整すること。
 - ・申請者のカバーエリアと既存免許人の調整対象区域が重複する場合。
 - ・申請者の調整対象区域と既存免許人のカバーエリアが重複する場合。

<自営等BWA事業者の事業者間調整ガイドライン(地域BWA推進協議会)>

<http://www.chiiki-wimax.jp/>

カバーエリア：基地局と陸上移動局との間で通信が可能な区域

調整対象区域：カバーエリア周辺の区域であって他の地域／自営等BWA無線局との間で有害な混信を回避するために調整の要否を判断するための区域

<電波法関係審査基準 別紙2 無線局の目的別審査基準／第2 陸上関係／4 その他／(17) 自営等広帯域移動無線アクセスシステムの無線局>

無人移動体画像伝送システム

- 無人移動体画像伝送システムの申請にあたっては、同一周波数帯を使用する他の無人移動体画像伝送システム等との混信防止のための運用調整に関する資料を提出すること。

<無人移動体画像伝送システムの運用調整（日本無人機運行管理コンソーシアム（JUTM））>

<https://jutm.org/>

電波法関係審査基準 別紙2 無線局の目的別審査基準／第2 陸上関係／3 その他の一般無線局
／（20）無人移動体画像伝送システムに使用する陸上移動局及び携帯局

微弱無線、アマチュア無線、その他

- ドローンに使用される免許不要の「ラジコン操縦用微弱無線」は、産業用とホビー用で使用周波数が異なります。農薬散布や圃場のセンシング等は「産業用」の周波数・無線機器を使用してください。
- ドローンに使用される通信機器としてアマチュア無線がありますが、アマチュア無線は業務（農薬散布や圃場のセンシング等）に使用できません。
- ロボットトラクタの農道走行やドローンの農薬散布等には、道路交通法や航空法等の手続きが必要な場合があります。

<農林水産省>

- 農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン
- 農道における車両の通行に関する措置
- 無人航空機を利用して行う農薬等の空中散布
<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/>

<国土交通省>

- 無人航空機（ドローン等）の飛行ルール（国土交通省）
https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html
- 航空法に基づく無人航空機の登録制度（令和4年6月～）
<https://www.mlit.go.jp/koku/drone/>
- 無人航空機の目視外飛行等に係る機体認証制度、及び技能証明制度の導入
https://www.mlit.go.jp/report/press/kouku01_hh_000110.html

5.2GHz帯高出力データ通信システム

5.2GHz帯を使用するアクセスポイント（基地局）や中継器（陸上移動中継局）を屋外で利用する場合、衛星システムや気象レーダーに影響を与えないよう、

- ① 専用の機器（5.2GHz帯高出力データ通信システム）
- ② 事前に総合通信局に「登録局」の手続
- ③ 告示に示す「開設区域」内での利用が必要です。

① 専用の機器

「特定無線設備の技術基準適合証明等に関する規則（証明規則）」第2条第73号の基地局、又は第74号の陸上移動中継局の無線設備（5.2GHz帯高出力データ通信システム）に限ります。

<技術基準適合証明等を受けた機器の検索（総務省 電波利用ホームページ）>
<https://www.tele.soumu.go.jp/giteki/SearchServlet?pageID=js01>

② 事前に総合通信局に「登録局」の手続

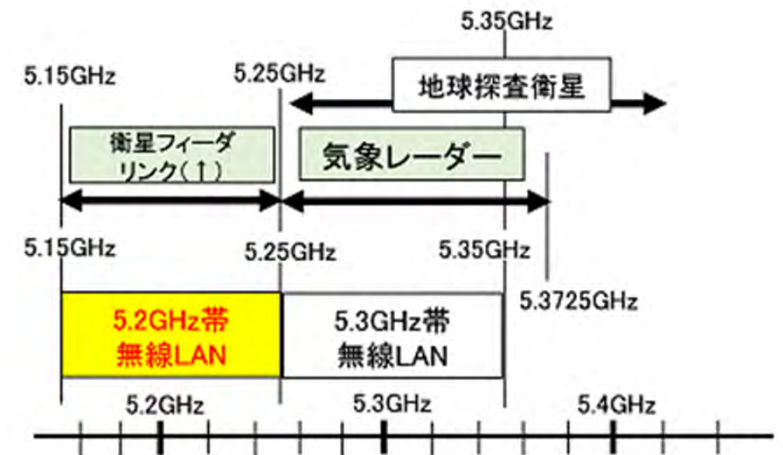
基地局、陸上移動中継局は登録申請が必要ですが、陸上移動局（証明規則第2条第75号）は申請不要です。

③ 告示に示す「開設区域」内での利用

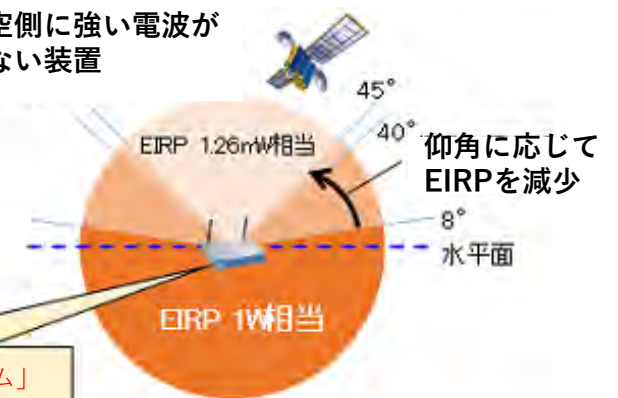
北海道内の開設区域は、札幌市、更別村に限定されています。

④ その他

証明規則第2条第19号の3の機器（小電力データ通信システム）の5.2GHz帯、5.3GHz帯は原則、屋外利用できませんが、端末設備であって、登録を受けた「5.2GHz帯高出力データ通信システム」と通信する場合に限り、5.2GHz帯の屋外利用が可能となります。



上空側に強い電波が出ない装置



「5.2GHz帯高出力データ通信システム」の技適等を取得した専用の機器

電波は空間を伝わるという性質があるため、電波を利用して通信する際に操作を誤ると、他の通信に混信・妨害を与える恐れがあります。このことから無線設備を操作するためには、原則として電波に関する一定の知識・技能を身につけ、総務大臣の免許を受けて無線従事者になる必要があります。

無線従事者の資格を取得するには、次の方法があります。また、無線従事者の資格は一度取得すれば生涯有効です。

国家試験に合格する

資格ごとに行われる国家試験に合格することにより、無線従事者資格を取得できます。

無線従事者資格の国家試験は、指定試験機関の公益財団法人日本無線協会が実施しています。 <https://www.nichimu.or.jp/>

養成課程を修了する

養成課程は、総務大臣が認定した者（団体）が、無線従事者として求められる知識・技能の習得を目的として行う講習をいいます。

養成課程の受講者は、電波法令で定められた授業時間を受講し、修了試験に合格することで国家試験を受けることなく無線従事者資格を取得できます。

例 公益財団法人日本無線協会が実施する第三級陸上特殊無線技士の養成課程

令和3年度 北海道内で18回実施。授業時間 法規4時間 無線工学2時間。修了試験1.5時間。

<https://www.nichimu.or.jp/>

その他、認定を受けた学校で無線通信関係の科目を修めて卒業する等

無線従事者制度 <https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/operator/>

無線従事者資格の取得方法 <https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/operator/acquest/index.htm>

電波法に基づく無線局免許・登録申請に係る手数料、資格の取得に必要な手数料については以下のとおり。(令和4年3月現在)

免許申請手数料

免許種別	空中線電力	免許申請		再免許申請	
		書面申請	電子申請	書面申請	電子申請
個別免許 ※ 1	1W以下	3,550	2,550	1,950	1,500
	1W超～5W以下	4,250	3,050	3,350	2,400
	5W超～10W以下	6,700	4,500	4,950	3,250
	10W超～50W以下	14,600	10,400	6,700	4,500
	50W超～500W以下	25,500	17,000	9,700	6,500
	500W超～	30,200	19,300	12,700	8,700
包括免許 ※ 2	—	10,200	7,300	4,800	3,350

※1 無線局1局あたりの金額。

※2 同一規格の複数の無線局を1件にまとめた場合の金額。

登録申請手数料

登録種別	登録申請		再登録申請	
	書面申請	電子申請	書面申請	電子申請
個別登録 ※1	2,300	1,700	1,450	1,050
包括登録 ※2	2,900	2,150	1,850	1,400

無線従事者資格に係る手数料等

資格種別	国家試験手数料	免許申請手数料	養成課程受講料
第3級陸上特殊無線技士	5,600	1,750	実施機関による

電波利用料制度とは、無線局を開設している方に、より円滑に電波を利用していただくため、必要な経費を無線局の規模に応じてご負担いただく制度です。納めていただいた電波利用料で、電波監視や不法無線局の探査、周波数有効利用のための研究等を行っています。

無線局を開設した場合、毎年、電波利用料を納めていただくことになります。無線局1局あたりの金額は以下のとおり。（令和4年10月現在）

電波利用料

システム名称	無線局種別	周波数帯	空中線電力	金額
ローカル5G	基地局	4.7GHz帯	0.01W以下	3,100
			0.01W超	6,400
		28GHz帯	-	3,100
	陸上移動局（包括免許）	-	-	360
BWA	基地局	2.5GHz帯	0.01W以下	3,100
			0.01W超	22,800
	陸上移動局（包括免許）	-	-	360
Wi-Fi	基地局	5GHz帯（包括登録）	-	3,560
	陸上移動局	5GHz帯（包括登録）	-	400
無人移動体画像伝送システム	携帯局	169MHz帯、2.4GHz帯、5.7GHz帯	-	400
RTK-GNSS	簡易無線局	150MHz帯、400MHz帯	-	400
	基地局	150MHz帯、400MHz帯	0.01W以下	3,100
0.01W超			6,400	
-	実験試験局	-	-	300

変更申請・届出

無線設備の移設や取り替え等、免許・登録を受けた内容に変更が生じる場合は、事前に変更手続きが必要です。ただし、軽微な変更（損傷による同型アンテナへの交換等）については、変更後の届出となります。また、変更許可後に検査が必要な場合があります（免許局のみ）。

- ・ 許可を要しない軽微な変更 免許局：電波法施行規則別表第1号の3、登録局：電波法施行規則第19条
- ・ 検査を要しない変更 電波法施行規則別表第2号

再免許申請

無線局の免許・登録には有効期間があるため、継続利用するためには事前に再免許・再登録申請が必要です。

- ・ 再免許申請期間 免許の有効期間満了前3ヶ月以上6ヶ月以内
- ・ 再登録申請期間 登録の有効期間満了前1ヶ月以上3ヶ月以内

（例 免許の有効期間が5月31日の場合、再免許申請期間は12月1日から2月末まで）

定期検査

以下の無線局は定期的に検査を受ける必要があります。

- ・ 基地局（空中線電力1W超）、携帯基地局（空中線電力1W超）、陸上移動中継局（空中線電力1W超） 5年ごと
- 定期検査不要な無線局は以下のとおり。
- ・ 基地局（空中線電力1W以下）、携帯基地局（空中線電力1W以下）、陸上移動局、携帯局、簡易無線局、実験試験局

無線局の廃止

無線局を廃止する際は、廃止届の提出が必要です。廃止手続きをしないと電波利用料が発生します。

北海道内で無線システムを利用する場合の「北海道総合通信局」の申請・相談窓口は以下のとおりです。

無線システム等	申請・相談先	電話
ローカル5G	無線通信部 陸上課 第2私設担当 ※1、2	011-709-2311 (内線4657)
地域BWA	無線通信部 陸上課 電気通信事業担当	011-709-2311 (内線4645)
自営等BWA	無線通信部 陸上課 第2私設担当 ※1、2	011-709-2311 (内線4657)
Wi-Fi (5.2GHz帯高出力データ通信システム)	無線通信部 陸上課 第2私設担当 ※1、2、3	011-709-2311 (内線4657)
ドローン (無人移動体画像伝送システム)	無線通信部 陸上課 第2私設担当 ※1、2	011-709-2311 (内線4657)
RTK-GNSS基地局 (各種業務用無線局)	無線通信部 陸上課 第2私設担当 ※1、2	011-709-2311 (内線4657)
RTK-GNSS基地局 (簡易無線局)	無線通信部 陸上課 第2私設担当 ※3	011-709-2311 (内線4656)
実験試験局	無線通信部 電波利用企画課	011-709-2311 (内線4624)
※1 申請者が国の機関の場合、申請先は官庁担当		011-709-2311 (内線4644)
※2 申請者が地方公共団体、農業協同組合の場合、申請先は公共団体担当		011-709-2311 (内線4654)
※3 包括登録申請について、本社所在地・住所が道外の場合は、当該所在地等を管轄する総合通信局に申請してください。 https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/other/commtab1/index.htm		

第6章 用語集

用語	解説
あ行	
アクセスポイント	一般的には、Wi-Fiルーターなど、インターネットに接続するための入り口を指す場合が多い。
アマチュア無線	金銭上の利益のためでなく、もっぱら個人的な無線技術の興味によって行う自己訓練、通信及び技術的研究を行う無線通信業務。
一次業務／二次業務	同じ周波数が複数の無線業務に割り当てられる場合、その優先権は「一次業務」と「二次業務」に分類される。二次業務の無線局は、一次業務の無線局に有害な混信を生じさせてはならず、一次業務の無線局からの有害な混信に対して保護を要求してはならない。
位置情報補正	GPS受信機で受信した位置情報と、地上に設置した基準局で取得した位置情報を基に生成された補正情報を活用することでGPSによる位置情報の誤差を数cmに抑えること。（RTK-GNSS参照）
運用調整	周波数を共用する無線システムにおいて、お互いの電波が届く範囲で同一周波数（チャンネル）の電波を発射すると干渉し通信ができなくなるため、使用する時間、場所、チャンネル等を調整すること。
衛星システム	人工衛星と地上管制局からなるシステム。
衛星測位システム	人工衛星から発射される信号を用いて位置測定・航法・時刻配信を行うシステム。
衛星通信システム	人工衛星を中継して無線通信を行うシステム。
か行	
カバーエリア	無線通信において、電波の送受信が可能な地域の範囲。例えば、基地局と陸上移動局（端末）との間、ドローンとプロポとの間などで通信が可能な区域を指す。
カバレッジ	電波の送受信が可能な範囲。（カバーエリア参照）
簡易無線	無線従事者資格が不要で、簡易な業務又は個人的用途を目的として開設する自営無線。
干渉	複数の電波が重なり、お互いに影響を与える現象。干渉により通信速度が低下したり通信不能となる場合がある。
基幹回線網 （バックボーン回線）	ネットワークにおいて、通信の中核として用いる大容量の通信回線。バックボーン（backbone）とは「背骨」の意で、バックボーン回線は通信を行う際に最も重要となるいわば「屋台骨」と言える。
技術基準適合証明	無線設備が電波法第三章に定める技術基準に適合していることの証明。略称は技適。
基地局	陸上移動局との通信を行うため陸上に開設する移動しない無線局。
キャリア	自ら電気通信回線設備を保有し電気通信サービスを提供している電気通信事業者を指す。Carrier。通信キャリア（telecommunications carrier）とも言う。

用語	解説
キャリア3G	キャリアによる3Gサービスを指す。
キャリア4G	キャリアによる4Gサービスを指す。
キャリア5G（C5G）	キャリアによる5Gサービスを指す。（C5Gは、Carrier 5G の略）
キャリアアグリゲーション	Carrier aggregation。複数の周波数帯を同時に使用することで高速通信を実現する無線通信技術。
キャリアセンス機能	自分が送信しようとする周波数において、他の無線局からの受信入力がないか確認する機能をいう。受信を検知した場合は送信せず、一定時間経過してから通信を試みることによって干渉を回避する。
業務用無線	一般企業等が効率的な業務遂行等を目的として開設する自営無線。
共用	二者以上が共同して使用すること。電波は有限希少な資源であるため、異なる無線システムで周波数を共用したり、同一の無線システムで多数の利用者が周波数を共用している。
空間多重技術	「MIMO」参照。
空中線	アンテナ。
空中線電力	送信機からアンテナにつながるケーブル（給電線）に供給される電力。
下り	端末で基地局から受信する場合の通信。
クラウド	従来は利用者が手元のコンピュータで利用していたデータやソフトウェアをネットワーク経由で利用者に提供する形態、サービスのことを指す。
クラウドサーバ	クラウド上の仮想サーバ。インターネット経由でアクセスするため、サーバ内のデータを複数人で共有したり、外出先からアクセスすることも可能。
クラウドストレージ	データを格納するためにクラウド上に設置されたスペース。
携帯局	陸上、海上、上空のいずれか、又は2以上にわたり移動中又は停止中に運用する無線局。
検査	電波法に基づき行われる無線局の検査。検査の目的により落成検査（新設検査とも呼ぶ。）、変更検査、定期検査及び臨時検査がある。
工事設計認証	無線設備が電波法に定める技術基準に適合していることについての工事設計ごとの認証。技術基準適合証明と同じく、技適と呼ぶことが多い。

用語	解説
さ行	
サーバー	サーバ／サーバー（Server）。利用者の要求に対して情報や処理結果を提供するコンピュータを指す。
自営等BWA	自らの建物や敷地内でスポット的にネットワークを構築し利用することができるBWA（2.5GHz帯の周波数を使用する広帯域移動無線アクセス）システム。
資格（無線従事者）	無線設備を操作するためには原則として電波に関する一定の知識・技能を身につけ、総務大臣の免許を受けて無線従事者になる必要がある。 この無線従事者の行うことができる無線設備の操作の範囲に応じた「資格」が、電波法施行令第3条に定められている。
自動走行 自動走行アシスト	本書では、「自動走行」を無人で走行可能なもの、「自動走行アシスト」を搭乗が必要なもの、として掲載。
遮蔽物	電波にとっては山、樹木、建物、車などが遮蔽物となり、電波が届きにくくなる。また、季節によって遮蔽物は変化する（葉っぱが生い茂る等）。
周波数帯	電気信号や電波の周波数の範囲。大きく分けて9区分（超長波帯 VLF 3kHz～30kHz、長波帯 LF 30kHz～300kHz、中波帯 MF 300kHz～3MHz、短波帯 HF 3MHz～30MHz、超短波帯 VHF 30MHz～300MHz、極超短波帯 UHF 300MHz～3GHz、マイクロ波帯 SHF 3GHz～30GHz、ミリ波帯 EHF 30GHz～300GHz、サブミリ波帯300GHz～3THz）。さらに無線システムに割り当てられる周波数ごとに区分される（2.4GHz帯、5GHz帯など）。
周波数割当計画	総務大臣が作成・公表している無線通信の業務別、無線局の目的等別に割り当てることが可能な周波数を示す表。
受信機	信号を受け取り、復調して情報を復元する装置。
準同期	各機器の間で動作のタイミングをとることを同期という。ローカル5Gにおいては、1μ秒（100万分の1秒）単位で送信時間やデータの配列、間隔を合わせているが、データの配列を変更する（上りスロットの比率を上げる）準同期運用（非同期運用）が可能となっている。
小電力データ通信システム	主としてデータ伝送のために無線通信を行い、空中線電力0.58W以下で、技術基準適合証明又は工事設計認証を受けた機器。無線局免許不要、無線従事者資格不要。周波数は2.4GHz帯など電波法施行規則第6条第4項第4号に規定。
スタンドアローン	stand-alone。パソコンや通信機器等がネットワークや他の機器に接続せずに単独で稼働する状態。ローカル5Gにおいては、ローカル5Gネットワークを単独で構築する方式を指す。
スマート技術	一般的には、ロボット技術、情報通信技術（ICT）、AI技術等の先端技術を指す。
スマート農業	ロボット技術や情報通信技術（ICT）等を活用して、省力化・精密化や高品質生産を実現する新たな農業。
スマートフォン	Smartphone。略称スマホ。従来の携帯電話に比べてパソコンに近い性質を持った高性能な情報機器。
スループット	throughput。単位時間当たりの処理能力やデータ転送量。伝送速度。

用語	解説
スロット	通信回線において周波数や時間を一定の大きさや長さごとに等分した一つ一つの枠のこと。5Gは「上り」よりも「下り」に多くスロットが割り当てられているが、ローカル5Gにおいては、上りスロットの比率を高めることが可能。
全国BWA	日本全国において公衆向け高速データ通信を行うサービス。Wireless City PlanningとUQコミュニケーションズが提供している。地域BWA、自営等BWAと隣接する周波数帯を使用している。
センサー	温度、湿度、濃度、光などを感知、検出して電気信号に変換する装置。
センサーネットワーク	電源と無線通信機能を内蔵した小型のセンサー機器を分散して設置し、それらを協調して動作させることで、施設や設備の監視・制御、環境や空間の観測などを行う通信ネットワーク。
センシング	センサーを利用して計測・判別を行うこと。
センシングデータ	センシングにより出力したデータ。
占有周波数帯幅	搬送波の変調で占める周波数の範囲。
送信機	無線通信の送信のための高周波エネルギーを発生する装置及びこれに付加する装置。
送信出力	「空中線電力」参照。
た行	
端末	回線やネットワークの末端に接続され、他の機器と通信を行う主体となる機器。
地域BWA	地域広帯域移動無線アクセスシステム。2.5GHz帯の周波数の電波を使用し、地域の公共サービスの向上やデジタル・ディバイド（条件不利地域）の解消等、地域の公共の福祉の増進に寄与することを目的とした電気通信業務用の無線システム。
遅延	送信したデータが受信側に届くまでの時間。電波は光の速度で届くが、音声・画像等の情報を0と1の信号に変換したりデータを束ねたりするなど送信側・受信側の双方でデータ処理に時間を要する。5Gにおいては、データの送信間隔を短くするなど低遅延となる工夫がされている。
チャネル	チャンネル（channel）ともいう。電気通信（有線通信、無線通信）で信号・情報を通すための経路。
適合表示無線設備	電波法に定める技術基準に適合している無線設備として、技術基準適合証明等を受けた機器。
デジタル・ディバイド	デジタルデバインド（digital divide）ともいう。インターネットやパソコン等の情報通信技術を利用できる者と利用できない者との間に生じる格差を指す。
デバイス	デバイス（device）。情報端末や周辺機器などを指す。
テレメトリ	telemetry。対象から離れた地点で観測を行い、データを取得する技術。
電界強度	電波が伝搬したときの、ある地点におけるその電波の電界の強さ。

用語	解説
電気通信業務	電気通信事業者の行う電気通信役務の提供の業務をいう。
電気通信事業者	電気通信事業を営むことについて、総務大臣の登録を受けた者、又は総務大臣に届出をした者。
電気通信事業法	電気通信の健全な発達と国民の利便の確保を図るために制定された法律で、通信の秘密の保護など電気通信事業に関する詳細な規定が盛り込まれている。
伝送速度	一定時間内に転送することのできるデータの量。
伝送容量	通信路で伝送できる最大情報量。
電波	300万MHz（3000GHz）以下の周波数の電磁波。
電波伝搬	電波が空中を伝わり、離れた場所に届くこと。
電波法	電波の公平かつ能率的な利用を確保するための法律で、無線局の開設や秘密の保護などについての取り決めが規定されている。
同期	各機器の間で動作のタイミングをとること。ローカル5Gにおいては、1μ秒（100万分の1秒）単位で送信時間やデータの配列、間隔を合わせている。
登録	行政上の事前規制の一種で、届出制と許可制の中間的な仕組み。登録は一定の客観的な基準に合致すれば認められる。電波法第27条の18 電波を発射しようとする場合において当該電波と周波数を同じくする電波を受信することにより一定の時間自己の電波を発射しないことを確保する機能を有する無線局～（略）～開設しようとする者は、総務大臣の登録を受けなければならない。
登録局	登録を受けた無線局を指す。
特定小電力	テレメーター、テレコントロール、データ伝送などの用途で技術基準適合証明又は工事設計認証を受けた機器。無線局免許不要、無線従事者資格不要。周波数や空中線電力などは電波法施行規則第6条第4項第2号及び告示に規定。
ドローン	Drone。無人航空機。構造上、人が乗ることができない飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船であって、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの。
な行	
上り	端末から基地局に送信する場合の通信。

用語	解説
は行	
反射物	電波にとっては地面や建物（特に金属）などが反射物となるため、地形の変化（積雪や水田の水）や周辺環境の変化（建造物や車両）などが通信に影響する。
光ファイバ	optical fiber。高純度のガラスやプラスチックでできた細い繊維。光通信の伝送路。銅線に比べ高速大容量通信が可能で信号の減衰も少ない。
微弱無線	発射する電波が著しく微弱な無線局。無線局免許不要、無線従事者資格不要。基準は電波法施行規則第6条第1項及び告示に規定。
ビッグデータ	ICT（情報通信技術）の進展により生成・収集・蓄積等が可能・容易になる多種多量のデータ。
非同期	「準同期」参照。
輻輳	さまざまな物が1箇所に集中する状態。通信においては、インターネット回線や電話回線にアクセスが集中し、通信速度が低下したり、つながりにくくなる状態。
フルHD	1920×1080画素の解像度をもつ映像。地上デジタル放送と同じ解像度。
ブロードバンド（BB）	Broadband。超高速インターネットアクセス（通信速度が下り30Mbps以上）を可能とする加入者系ネットワークを指す。
プロポ	プロポーショナル・システムの略。本書では、ドローンを操縦するためのコントローラー（送信機）を指す。
ボトルネック	bottleneck。物事がスムーズに進行しない場合の要因を指す。
ま行	
マクロ	エクセル（Excel）内の複数の操作を自動的に行うための機能。
無人移動体画像伝送システム	169MHz帯、2.4GHz帯、5.7GHz帯の周波数を使用する自動的に若しくは遠隔操作により動作する移動体に開設された陸上移動局又は携帯局が主として画像伝送を行うための無線通信を行うシステム。
無人航空機	「ドローン」参照。
無線LAN	電波でデータの送受信を行う構内通信網（LAN：Local Area Network）。
無線局	無線設備及び無線設備の操作を行う者の総体をいう。
無線局種	無線局の種別。無線を利用する目的や用途に合わせて分類整理したもの。
無線従事者	無線設備の操作又は監督を行う者であって総務大臣の免許を受けた者。
無線設備	電波を送り、又は受けるための電氣的設備。

用語	解説
免許（無線局）	電波を利用するために無線設備などを備えた無線局を開設しようとする際には、電波法に基づき、原則として総務大臣の免許を受ける必要がある。
免許局	免許を受けた無線局を指す。
モジュール	機器やシステムの一部を構成するひとまとまりの機能を持った部品で、システム中核部や他の部品への接合部（インターフェース）の仕様が明確に定義され、容易に追加や交換ができるようなものを指す。
や行	
予備免許	新たに開設する無線局の申請に対して、審査の結果、問題がなければ交付される仮の無線局免許。予備免許を受けた者は、予備免許の範囲内で無線設備の試験のために電波を発射することができる。
ら行	
ラストワンマイル	Last one mile。利用者に対して通信サービスを提供するための最後の区間。
陸上移動局	陸上を移動中又は停止中に運用する無線局。
陸上移動中継局	基地局と陸上移動局との間、及び陸上移動局相互間の通信を中継するため陸上に開設する移動しない無線局。
利得	本書においては空中線の利得を指す。空中線の利得とは、空中線の主輻射方向における、空中線の入力電力と出力電力の比。本書に掲載する無線局の場合、単位はdBiを使用する。
リモートセンシング	remote sensing。離れた位置からセンシングすること。
ルーター	ルーター／ルータ（router）。コンピュータネットワークにおいて、異なるネットワーク間でデータを中継する通信機器。
ローカル5G（L5G）	個別の需要に応じて企業や自治体等の様々な主体が、自らの建物内や敷地内で柔軟に構築できる5Gシステム。
ローミング	roaming。契約している電気通信事業者のエリア外において、提携している他の事業者の設備を利用して通信サービスを受けられるようにすること。
ロボットトラクタ	自動走行が可能なトラクタ。
ロボティクス	Robotics。ロボットの設計・製作・制御・運転に関する研究を行うロボット工学を指す。
わ行	
ワイヤレス	wireless。無線。
ワイヤレスブロードバンド（WBB）	「WBB」参照。

用語	解説
A	
AI	イーアイ (artificial intelligence) 。人工知能。
B	
Bluetooth	ブルートゥース。近距離の無線通信規格。無線局免許不要。技術基準適合証明（技適マーク）が必要。
bps	ビーピーエス。ビット毎秒 (bits per second) 。b/sと表記する場合もある。データ通信速度の単位。1000bps=1kbps（1キロビーピーエス）。1000kbps=1Mbps（1メガビーピーエス）。1000Mbps=1Gbps（1ギガビーピーエス）。
BWA	2.5GHz帯の周波数を使用する広帯域移動無線アクセス (Broadband Wireless Access) システム。
byte	バイト。データ量の単位。2の10乗（1024）で単位が変わる。1024バイト=1KB（キロバイト）。1024KB=1MB（メガバイト）。1024MB=1GB（ギガバイト）。1バイト=8ビットのため、1バイトのデータを1秒で送る場合は8bpsとなる。
C	
CPU	シーピーユー (Central Processing Unit) 。中央演算処理装置。コンピュータにおける中心的な処理装置（プロセッサ）。
D	
dBi	デービーアイ。空中線（アンテナ）の絶対利得を表す単位。空中線の絶対利得とは、基準空中線が空間に隔離された等方性空中線（全ての方向に均等に電波を放射する仮想的なアンテナ）であるときの主輻射方向における空中線の利得。
E	
eMTC	イーエムティーシー (enhanced Machine Type Communication) 。携帯電話網を使用するLPWAの規格の一つ。
Excel	エクセル。パソコン用の表計算ソフト。
F	
FCC認証	アメリカの連邦政府機関である連邦通信委員会 (Federal Communications Commission。FCC。) による無線機器等に対する認証制度。アメリカ合衆国内において有効。日本の技術基準適合証明制度に相当する。
G	
G（ギガ又はジー）	G（ギガ）は基礎となる単位の10 ⁹ 倍の量を表す（「byte」を除く。）。 また、以下のような世代（Generation）を表す場合はG（ジー）と読む。 3G（スリージー）：第3世代移動通信システム (3rd Generation Mobile Communication System) 4G（フォージー）：第4世代移動通信システム (4th Generation Mobile Communication System) 5G（ファイブジー）：第5世代移動通信システム (5th Generation Mobile Communication System)

用語	解説
GNSS	ジーエヌエスエス（Global Navigation Satellite System）。全球測位衛星システム。米国のGPS、日本の準天頂衛星（みちびき）、ロシアのGLONASS、欧州連合のGalileo等の衛星測位システムの総称。
GPS	ジーピーエス（Global Positioning System）。米国によって航空機・船舶等の航法支援用として開発されたシステム。上空約2万kmを周回するGPS衛星（6軌道面に30個配置）、GPS衛星の追跡と管制を行う管制局、測位を行うための利用者の受信機で構成される。航空機・船舶等では、4個以上のGPS衛星からの距離を同時に知ることにより、自分の位置等を決定する。
H	
Hz	ヘルツ（hertz）。周波数の単位。1000Hz = 1kHz（1キロヘルツ）。1000kHz = 1MHz（1メガヘルツ）。1000MHz = 1GHz（1ギガヘルツ）。
I	
ICT	アイシーティー（Information & Communications Technology）。情報通信技術。
IEEE802.11	アイトリプリー-802.11は、IEEEにより策定された無線LAN関連規格の一つ。IEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineers）は、アメリカ合衆国に本部を置く電気・情報工学分野の学術研究団体（学会）、技術標準化機関。
IoT	アイオーティー（Internet of Things）。モノのインターネット。様々な物がインターネットにつながる事、インターネットにつながる様々な物を指す。
K	
k（キロ）	基礎となる単位の 10^3 倍の量を表す（「byte」を除く。）。kは小文字（「byte」を除く。）。
L	
LoRa	ローラ。LPWAの規格の一つ。
LoRaWAN	ローラワン。LPWAの規格の一つ。
LPWA	エルピーダブリューエー（Low Power Wide Area）。①低消費電力、②広いサービスエリア、③低コストを可能とする無線通信システム。
LTE	エルティーイー（Long Term Evolution）。通信規格の一つ。3.9G（第3.9世代移動通信システム）とも言われていたが、現在は4G/LTE、又は単に4Gと呼称されている。
M	
M（メガ）	基礎となる単位の 10^6 倍の量を表す（「byte」を除く。）。Mは大文字。
MIMO	マイモ。MIMO（multiple-input and multiple-output）とは、無線通信において送信機と受信機の双方で複数のアンテナを使い、信号を空間的に多重化することによって通信速度を向上させる技術。
msec	ミリ秒（millisecond）。msとも表記する。時間の単位で1000分の1秒（0.001秒）を表す。1000ms = 1s（1秒）。

用語	解説
N	
NB-IoT	携帯電話網を使用するLPWAの規格の一つ。
P	
PC	パソコン（personal computer）。
R	
RTK-GNSS	アールティーケー（Real-Time Kinematic）ジーエヌエスエス（Global Navigation Satellite System）。衛星からの位置情報と地上に設置した基準局からの位置情報を組み合わせることで、高精度の測位を実現する技術。
S	
sec	秒（second）。時間の単位としてはsと表記する。
SIGFOX	シグフォックス。LPWAの規格の一つ。
SIMカード	シムカード（Subscriber Identity Module Card）。携帯電話等の加入者を特定するための情報が記録されたカード。
Society5.0	ソサエティ5.0。サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）を指す。狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会を指すもので、内閣府の第5期科学技術基本計画において提唱。
Sub6	サブシックス。6GHz未満の周波数帯を指す。
T	
TDD	時分割複信（じぶんかつふくしん。Time Division Duplex）。同一周波数帯域で送信・受信を時間ごとに切り替えて、双方向通信を行う通信方式。
W	
WBB	ワイヤレスブロードバンド（Wireless Broadband）。光ファイバなどのブロードバンド通信（高速データ通信）に準じる通信速度を実現する、無線通信サービスや技術の総称。
Wi-Fi	ワイファイ（ Wireless Fidelity ）。国際標準規格のIEEE802.11規格に準拠し、無線LANの普及促進を行う業界団体であるWi-Fi Allianceに認証を受けた機器を指すが、現在は認証機器がほとんどであるため、無線LAN全般を指す言葉として使用されている。
Wi-Fi Alliance	ワイファイアライアンス。無線LAN製品の普及促進を図ることを目的とした業界団体。本拠地：アメリカ合衆国。
WIMAX	ワイマックス（Worldwide Interoperability for Microwave Access）。無線通信技術の規格の一つ。
Wi-SUN	ワイサン（wireless smart utility network）。LPWAの規格の一つ。

その他 参考情報

事 項	参照情報 (URL)	備 考
スマート農業に関すること	北海道 農政部 生産振興局 技術普及課 https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/gjf/smart.html	スマート農業の推進。スマート農業の導入事例や紹介動画等を掲載。
	北海道 農政部 農業改良普及センター (スマート農業相談窓口) https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/gjf/62273.html	スマート農業について農業者・市町村・農協等からの相談を受付。
	農林水産省 https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/products.html	スマート農業／農業新技術・製品・サービス集。技術ごとの概要や導入のメリット、価格帯の目安、各社製品等を掲載。
	農林水産省 北海道農政事務所 https://www.maff.go.jp/hokkaido/suishin/smart/gijutu.html	スマート農業に関する情報。スマート農業に関する取り組みや支援事業等を掲載。
	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 (農研機構) https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/enter.html	スマート農業実証プロジェクト。ロボット・AI・IoT等の先端技術について、生産現場に導入・実証することでスマート農業の社会実装を加速化。
	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 (農研機構) 北海道農業研究センター https://www.naro.go.jp/laboratory/harc/inquiry/index.html	各種技術相談など農研機構が関わる専門技術についての問合せ。
	ホクレン農業協同組合連合会 農業総合研究所 営農支援センター／各支所 営農支援室 https://www.hokuren.or.jp/about/guide/office/nousou/	現場に即したスマート農業の推進や営農に役立つ情報の収集と発信。
ローカル 5 Gに関すること	GO! 5 G https://go5g.go.jp/	「第5世代移動体通信システムの普及」を目指すWEBメディア。
地域 BWA／自営等 BWA (プライベート LTE) に関すること	地域 BWA 推進協議会 http://www.chiiki-wimax.jp/index.php?mode=inquiry_reg&toiawase_type=1	BWA導入に関する相談窓口。
業務用無線／簡易無線／特定小電力無線に関すること	一般社団法人 全国陸上無線協会 http://www.rmkn.or.jp/	無線機販売業者の団体。各地域の会員(販売業者)を掲載。

第五版 令和6年3月改訂
(初版 令和4年3月)

スマート農業のための無線システム活用ハンドブック

<北海道農業ICT/IoT懇談会 事務局>
総務省 北海道総合通信局 DX推進グループ内
〒060-8795 北海道札幌市北区北8条西2丁目1-1
札幌第1合同庁舎 12階
お問い合わせ：011-709-2311 (内線4773)
nougyou-hokkaido@soumu.go.jp

<本書の掲載先>

<https://www.soumu.go.jp/soutsu/hokkaido/R/index.htm>